

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет

ННІ холоду, кріотехнології та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського

Кафедра екології, води та природоохоронних технологій

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Освітня програма «Технології захисту навколишнього середовища»



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Оцінка впливу на гідросферу підприємства з виробництва біопрепаратів для захисту рослин з проектуванням природоохоронних заходів»

Здобувачки Демидюк А.О.

Керівник проф. Коваленко О.О.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 2026 р., протокол № _____

Завідувач кафедри ЕВтаПТ _____ Олексій ГАРКОВИЧ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ННІ холоду, кріотехнології та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського

Кафедра екології, води та природоохоронних технологій

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Освітня програма Технології захисту навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ЕВтаПТ _____

_____ О.Л. Гаркович

“ _____ ” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

_____ Демидюк Анні Олексіївні _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Оцінка впливу на гідросферу підприємства з виробництва біопрепаратів для захисту рослин з проектуванням природоохоронних заходів»

Затверджена наказом ОНТУ від “15” жовтня 2025 року, наказ № 553-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 29.05.26.

3. Вихідні дані до роботи: матеріали переддипломної практики на ІТІ "Біотехніка" НААН України.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: оцінити вплив на довкілля від діяльності підприємства; запропонувати заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища; розробити заходи з покращення стану з охорони праці та цивільного захисту на підприємстві; виконати економічне обґрунтування запропонованих природоохоронних заходів.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень): генеральний план підприємства; таблиці та схеми, що відображають хід виконання роботи.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Оцінка впливу на довкілля	Коваленко О.О., д.т.н., проф.	17.10.2025	25.02.2025
2. Обґрунтування та розробка природоохоронних заходів	Коваленко О.О., д.т.н., проф.	26.02.2026	27.03.2026
3. Охорона праці	Коваленко О.О., д.т.н., проф.	28.03.2026	13.04.2026
4. Цивільний захист	Коваленко О.О., д.т.н., проф.	14.04.2026	21.04.2026
5. Економічне обґрунтування природоохоронних заходів	Лобоцька Л.Л., к.т.н., доц	22.04.2026	16.05.2026

7. Дата видачі завдання 17.10.2026 р.

Керівник _____ Олена КОВАЛЕНКО

Завдання прийняв до виконання _____ Анна ДЕМИДЮК

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання оцінки впливу підприємства на довкілля. Оформлення розділу 1.	25.02.2026	
2	Розробка природоохоронних заходів. Оформлення розділу 2.	27.03.2026	
3	Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту. Оформлення розділів 3 та 4	21.04.2026	
4	Оцінювання економічної ефективності запропонованих природоохоронних заходів. Оформлення розділу 5.	13.05.2026	
5	Оформлення титульної сторінки роботи, написання вступу, висновків, анотації роботи, складання і оформлення списку літератури.	21.05.2026	
6	Перевірка роботи керівником і консультантом	25.05.2026	
7	Доопрацювання роботи. Надсилання на перевірку на плагіат.	29.05.2026	

Здобувач вищої освіти _____ Анна ДЕМИДЮК

Керівник роботи _____ Олена КОВАЛЕНКО

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач вищої освіти _____ Анна ДЕМИДЮК

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до випускної кваліфікаційної роботи містить: сторінок – 71, рисунків – 19, таблиць – 14, формул – 7, джерел посилань - 54.

Тема: Оцінка впливу на гідросферу підприємства з виробництва біопрепаратів для захисту рослин з проектуванням природоохоронних заходів.

Об'єктом дослідження є ІТІ «Біотехніка» НААН України і прилеглі до нього водні ресурси.

Предметом дослідження є вплив виробничої діяльності підприємства ІТІ «Біотехніка» НААН України з виробництва біопрепаратів для захисту рослин на водні ресурси та заходи щодо зменшення негативного навантаження на гідросферу.

Мета роботи: оцінити вплив підприємства з виробництва біопрепаратів для захисту рослин на гідросферу та розробити природоохоронні заходи щодо мінімізації негативного впливу на гідросферу.

Робота складається з п'яти розділів.

У першому розділі виконано характеристику діяльності підприємства, опис основних технологічних процесів та обладнання, проаналізовано основні джерела впливу діяльності підприємства на фактори довкілля.

У другому розділі описано джерела утворення та склад стічних вод підприємства, розроблено технологічну схему очищення зібраних технологічних стоків, запропоновано технологічне обладнання для технологічної лінії, розраховано витрати реагентів. Запропоновані заходи щодо охорони підземних вод і раціонального водокористування, а також заходи з організації екологічного моніторингу гідросфери.

У третьому розділі описано потенційно присутні категорії небезпек, норми та заходи охорони праці на підприємстві, наведено аналіз виробничих ризиків на підприємстві та заходи з їх мінімізації.

У четвертому розділі проаналізовано потенційно небезпечні та аварійні ситуації та наведено заходи цивільного захисту для підприємства.

У п'ятому розділі здійснена економічна оцінка впровадження природоохоронного заходу, розраховано капітальні витрати, простий термін окупності, що складає 6,1 року.

Ключові слова: гідросфера, водні ресурси, стічні води підприємства, біопрепарати, захист рослин, природоохоронні заходи, виробництво біологічних засобів.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
Розділ 1 Оцінка впливу на довкілля.....	8
1.1 Характеристика діяльності ІТІ «Біотехніка» НААН України.....	8
1.2 Опис основних технологічних процесів та обладнання підприємства.....	13
1.3 Опис факторів навколишнього середовища прилеглої території.....	24
1.4 Аналіз впливу діяльності підприємства на фактори довкілля.....	29
Розділ 2 Проектування природоохоронних заходів, спрямованих на захист навколишнього середовища.....	35
2.1 Характеристика стічних вод підприємства та джерел їх утворення.....	35
2.2 Проектування схеми очищення стічних вод підприємства.....	38
2.3 Заходи щодо охорони поверхневих і підземних вод.....	46
2.4. Моніторинг та контроль впливу стічних вод на довкілля.....	48
Розділ 3 Охорона праці.....	51
Розділ 4 Цивільний захист.....	56
Розділ 5 Економічна оцінка природоохоронного заходу.....	59
Висновки.....	62
Список використаних джерел.....	65

Посада.	П.І.Б.	Підпис	Дата	КРБ.ЕВтаПТ.1.553-03.2.2			
Здобувач	Демидюк А.О.						
Керівник	Коваленко О.О.			Розрахунково-пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
					УП2	5	71
Зав. каф.	Гаркович О.Л.				ОНТУ		

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний розвиток сільського господарства супроводжується пошуком ефективних технологій захисту рослин, які б забезпечували високу врожайність культур та водночас мінімізували негативний вплив на навколишнє природне середовище. У зв'язку з цим особливого значення набуває виробництво біопрепаратів для захисту рослин, що базуються на використанні корисних мікроорганізмів, продуктів їх життєдіяльності або біологічно активних речовин природного походження. Застосування таких препаратів є одним із пріоритетних напрямів екологізації аграрного виробництва та реалізації концепції сталого розвитку.

Виробництво біопрепаратів належить до біотехнологічних процесів, для здійснення яких необхідні значні обсяги води. Вода використовується під час підготовки поживних середовищ, культивування мікроорганізмів, очищення технологічного обладнання та забезпечення виробничих потреб підприємства. У результаті технологічних процесів утворюються виробничі та господарсько-побутові стічні води, які можуть містити органічні речовини, залишки поживних середовищ, мікробну біомасу та інші компоненти. Потрапляння таких забруднювачів у водні об'єкти без належного очищення здатне призводити до зміни фізико-хімічних показників води, порушення екологічної рівноваги водних екосистем та погіршення якості водних ресурсів.

Зростання попиту на біологічні засоби захисту рослин сприяє розширенню виробництва біопрепаратів як в Україні, так і у світі. Разом із позитивним впливом цієї галузі на розвиток екологічно безпечного землеробства збільшується навантаження на природні ресурси, зокрема на водне середовище. У зв'язку з цим виникає необхідність оцінювання характеру та масштабів впливу підприємств біотехнологічного профілю на гідросферу, визначення основних джерел забруднення та розроблення ефективних природоохоронних заходів.

Особливої актуальності зазначена проблема набуває в умовах посилення вимог природоохоронного законодавства, впровадження інтегрованого

управління водними ресурсами та необхідності досягнення екологічних цілей державної водної політики. Забезпечення раціонального використання водних ресурсів, впровадження сучасних технологій очищення стічних вод і повторного використання води є важливими передумовами екологічно безпечного функціонування підприємств з виробництва біопрепаратів.

Мета роботи: оцінити вплив підприємства з виробництва біопрепаратів для захисту рослин на гідросферу та розробити природоохоронні заходи щодо мінімізації негативного впливу на гідросферу

Завдання дослідження:

- охарактеризувати місцезнаходження та діяльність об'єкту дослідження, надати опис технологічних процесів;
- описати фактори навколишнього середовища, що піддаються впливу від діяльності підприємства;
- проаналізувати джерела утворення, склад і обсяги стічних вод підприємства та визначити рівень їх впливу на водні ресурси прилеглої території;
- розробити заходи мінімізації шкідливого впливу на гідросферу;
- охарактеризувати заходи охорони праці та цивільного захисту на підприємстві;
- здійснити економічну оцінку запропонованих заходів.

Об'єктом дослідження є ІТІ «Біотехніка» НААН і прилеглі до нього водні ресурси.

Предметом дослідження є вплив виробничої діяльності підприємства ІТІ «Біотехніка» НААН України з виробництва біопрепаратів для захисту рослин на водні ресурси та заходи щодо зменшення негативного впливу на гідросферу.

Методи дослідження: збір та аналіз вихідних даних про підприємство, розрахункові методи оцінки водоспоживання і водовідведення підприємства, визначення кількісних та якісних характеристик стічних вод, методи екологічного оцінювання впливу на гідросферу та техніко-економічного обґрунтування природоохоронних заходів.

РОЗДІЛ 1

ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

1.1 Характеристика діяльності ІТІ «Біотехніка» НААН України

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН України розташований в Одеській області за адресою: 67667, селище Хлібодарське, вул. Маяцька дорога та є провідною науково-дослідною установою. Її діяльність спрямована на розроблення та впровадження сучасних біотехнологічних рішень у сільськогосподарське виробництво (рис. 1.1). Загальна інформація про підприємство наведена у табл.1.1.



Рис. 1.1 – Оглядова карта розташування об'єкта досліджень

Таблиця 1.1 - Загальна інформація про підприємство [2].

Повна назва	Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» Національної академії аграрних наук України
Скорочена назва	ІТІ «Біотехніка» НААН України
Код ЄДРПОУ	00495929
Дата реєстрації	31.03.1992
Юридична адреса	Одеська обл., Біляївський р-н, смт Хлібодарське, вул. Маяцька дорога, 26

Продовження табл.1.1	
Фактична адреса	Одеська обл., Біляївський р-н, смт Хлібодарське, вул. Маякська дорога, 26
Директор	Ярошевський Владислав Петрович
Кількість працівників	250 осіб (87 науковців: 3 доктори, 32 кандидати наук)
Основний КВЕД	72.11 — Дослідження і експериментальні розробки в галузі біотехнології
Додаткові КВЕДи	20.20 — Виробництво пестицидів та агрохімікатів; 28.30 — Виробництво машин для сільського господарства

Інститут спеціалізується на створенні екологічно безпечних технологій виробництва та застосування біологічних засобів захисту рослин, розробленні мікробіологічних препаратів, а також проектуванні й виготовленні спеціалізованого технологічного обладнання для організації біотехнологічних виробництв (табл.1.2). Установа є однією з небагатьох наукових організацій, що забезпечує повний цикл наукових і технологічних розробок у сфері біологізації землеробства - від створення біологічних препаратів та технологій їх виробництва до розроблення обладнання для їх промислового виготовлення та методичного супроводу виробничих процесів [1]. Загальна територія підприємства складає 8 га [2].

Таблиця 1.2 – Основні напрямки діяльності ІТІ «Біотехніка» НААН України [1]

№ з/п	Напрямок діяльності
1	Створення екологічно безпечних ресурсоощадних технологій та обладнання для виробництва ентомологічних засобів захисту рослин у відкритому ґрунті.
2	Розроблення технологій масового розведення та використання акароентомофагів для захисту рослин у закритому ґрунті.
3	Створення екологічно безпечних ресурсоощадних технологій та комплексів спеціального устаткування для промислового виробництва мікробіологічних препаратів захисту рослин та бактеріальних добрив.

4	Розроблення технологій вирощування сільськогосподарських культур на основі комплексного застосування біологічних препаратів для стимуляції їх продуктивності, стійкості, якості та використання при вирощуванні органічної продукції рослинництва.
5	Розроблення системи наукового забезпечення і супроводження розвитку промисловості АПК з виробництва засобів біологізації землеробства, підтримки родючості ґрунтів і охорони навколишнього середовища.
6	Розробка та випуск апаратно-програмних комплексів систем керування тепличними господарствами такими, що реалізують біологічні методи захисту рослин.
7	Комплексна модернізація та технічне переозброєння існуючого лабораторного обладнання з адаптацією для біотехнологічних потреб.
8	Розробка та випуск модельного ряду автоматизованих біокліматичних комплексів для виробництва ентомологічних та агробіотехнічних продуктів.
9	Керування ефективністю застосування біологічних засобів захисту рослин на великих відкритих площах.
10	Розробка безпроводних автоматизованих систем керування науковими експериментами та біотехнологічними процесами

ІТІ «Біотехніка» НААН України випускає наступні мікробіологічні препарати [1]:

1. Біофунгіциди: Триходермін БТ, Флуоресцин БТ, Ампеломіцин БТ, Гліокладін БТ, Бактофіт БТ, Фітоспорин БТ.

2. Біоінсектициди: Боверин БТ, Актофіт БТ, Бецимід БТ, Бітоксикацилін БТ, Вертицилін БТ, Метаризин БТ, Нематофагін БТ.

3. Біородентициди: Бактороденцид БТ.

Також підприємство випускає ентомологічні препарати: Трихограма, Золотоочка звичайна, Галиця афідіміза, Макролофус, Ентомофаг бракон, Зернова міль [1].

Повний список біопрепаратів наведено на рис. 1.2

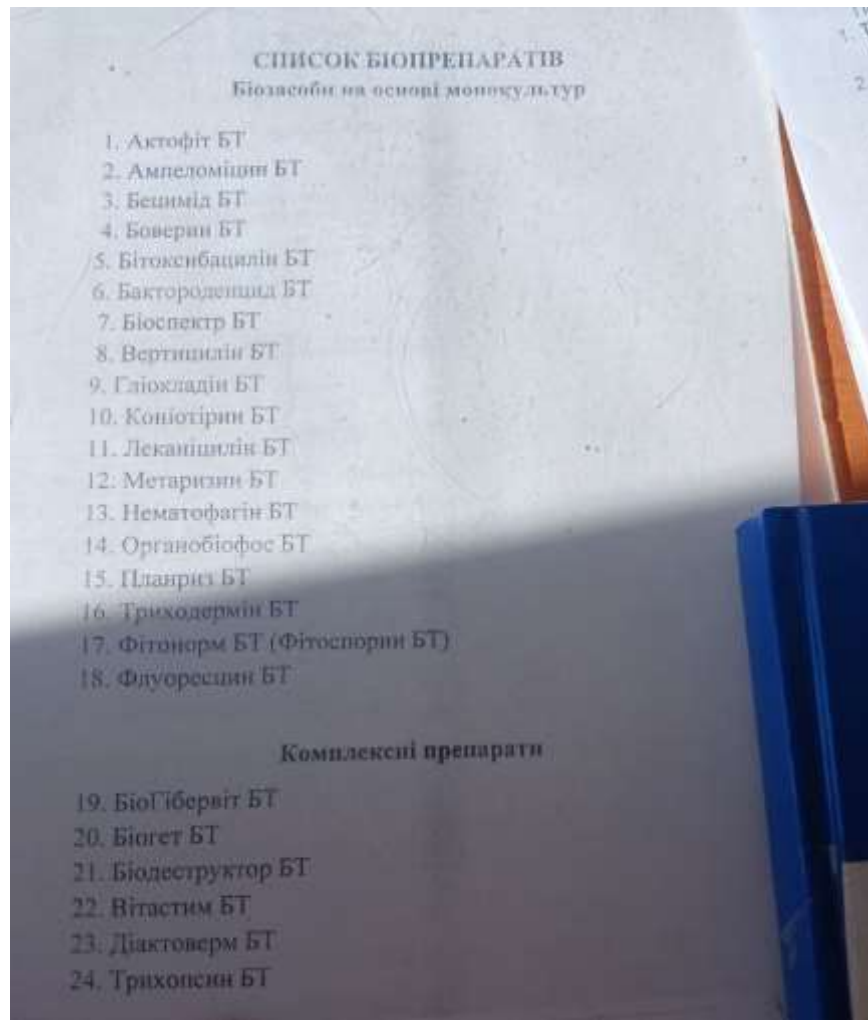


Рис. 1.2 - Список біопрепаратів, що випускає ІТІ «Біотехніка» НААН України

Історія створення. Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН України бере свій початок у 1971 році, коли в місті Одеса було створено філію науково-виробничого об'єднання «Агроприбор». Подальший розвиток установи супроводжувався її реорганізацією у Всесоюзний науково-дослідний центр «Біотехніка». З 1991 року інститут увійшов до структури Національної академії аграрних наук України. Необхідність створення установи була пов'язана зі стрімким розвитком біологічного методу захисту рослин та потребою забезпечення відповідних виробництв спеціалізованим технологічним обладнанням [3].

Організаційна структура підприємства включає 4 науково-дослідні відділи [4]:

1. Науково-дослідний відділ промислової ентомології. Відділ займається створенням і впровадженням сучасних технологій масового виробництва

ентомофагів та акарофагів для біологічного захисту рослин. Розробляє обладнання для їх вирощування та забезпечує випуск промислових партій корисних організмів (трихограми, зернової молі, браконів тощо) для тепличного та польового землеробства.

2. Науково-дослідний відділ промислової мікробіології. Основні завдання - удосконалення технологій виробництва мікробіологічних препаратів для захисту рослин від шкідників і хвороб. Відділ також створює обладнання для їх промислового виготовлення та формує маткові культури мікроорганізмів для подальшого використання у виробництві.

3. Науково-дослідний відділ біологічних технологій та інноваційного забезпечення захисту рослин. Здійснює оптимізацію роботи біофабрик і біолабораторій, розробляє та вдосконалює технологічні процеси виробництва біологічних засобів захисту рослин, а також готує рекомендації щодо їх впровадження.

4. Науково-дослідний відділ автоматизації, приладобудування та експериментальної техніки. Розробляє системи автоматизації для біотехнологічного виробництва, створює керуючі та інформаційні системи для оптимізації процесів, а також розробляє кліматичне та експериментальне обладнання. Додатково досліджує вплив сільськогосподарської діяльності на довкілля та розробляє заходи зі зменшення викидів парникових газів.

Під час переддипломної практики на підприємстві було визначено, що на його території розташовані виробничі будівлі, зблоковані між собою, а також павільйон охорони, інженерні комунікації та допоміжні споруди. Також наявні складські приміщення для зберігання сировини, матеріалів і готової продукції, лабораторні корпуси для проведення науково-дослідних і контрольних робіт, а також експериментальні ділянки, де здійснюються випробування біотехнологічних розробок у польових умовах.

Інженерна інфраструктура підприємства включає системи водопостачання та водовідведення, електропостачання, теплопостачання та вентиляції, що забезпечують безперервність виробничих і наукових процесів. Особлива увага

приділяється дотриманню санітарно-гігієнічних вимог та екологічних норм, оскільки діяльність установи пов'язана з розробленням і використанням біологічних агентів захисту рослин.

Територія підприємства частково озеленена, що сприяє поліпшенню мікроклімату та зменшенню техногенного навантаження на довкілля. Загалом планувальна організація території ІТІ «Біотехніка» НААН України є функціонально продуманою та орієнтованою на ефективне поєднання наукової, виробничої та допоміжної діяльності.

1.2 Опис основних технологічних процесів та обладнання підприємства

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН України здійснює науково-виробничу діяльність у сфері розроблення та впровадження біотехнологій захисту рослин і створення спеціалізованого технологічного обладнання. В той же час наявні потужності підприємства не дозволяють йому сьогодні організувати великотонажне виробництво біопрепаратів.

Під час практики на підприємстві, у зв'язку із військовим станом, не було отримано детальної характеристики обладнання і технологічних процесів. Тому в кваліфікаційній роботі, з врахуванням доступних інформаційних джерел, складено характеристики технологічного обладнання для умовного аналогічного підприємства (табл. 1.3) та технологічних процесів.

Таблиця 1.3 - Загальна характеристика цехів/підрозділів підприємства

Цех/підрозділ	Площа, м ²	Основне обладнання	Продуктивність
Дослідно-експериментальний цех	2 500	Біореактори 2-5 м ³ (4 шт.), автоклави 1 м ³ (2 шт.), центрифуги ОГШ-805 (3 шт.)	50-100 т/рік
Цех ентомофагів	1 000	Кліматичні камери (25 шт., 2-10 м ³), інкубатори (50 шт.)	500 млн особин/місяць
Цех мікробіопрепаратів	1 200	Сушарки распилювальні СР-60 (2 шт.), гранулятори ГР-200	30 т/місяць
Центральна біолабораторія	800	Стерильні бокси (12 шт.), мікроскопи, ПЛС-термостати	-

Технологічний процес виробництва ентомологічної продукції (ентомофагів)

базується на принципах промислового біовиробництва та включає послідовні стадії керованого відтворення біологічних агентів у штучних умовах. Структура виробництва ентомологічного підприємства наведена на рис. 1.3 [5]



Рис. 1.3 - Структура виробництва ентомологічного підприємства

Технологія виробництва ентомологічних препаратів являє собою комплекс взаємопов'язаних біотехнологічних процесів, спрямованих на масове розведення та підготовку до використання корисних членистоногих (ентомофагів і акарифагів), які застосовуються для біологічного захисту сільськогосподарських культур. Виробничий процес здійснюється в умовах спеціалізованих інсектаріїв та включає кілька послідовних етапів.

Початковою стадією є формування та підтримання маточних культур, що слугують джерелом високоякісного біологічного матеріалу для подальшого розмноження. Одночасно створюються необхідні умови для вирощування комах-господарів або жертв, які використовуються як кормова база для ентомофагів. Для цього застосовуються природні або штучні поживні середовища, що містять збалансований комплекс поживних речовин, мінеральних елементів і біологічно активних компонентів.

Наступним етапом є масове розведення ентомофагів у контрольованих умовах. Під час вирощування підтримуються оптимальні параметри мікроклімату, зокрема температура, відносна вологість повітря, освітленість та вентиляція. Контроль цих показників забезпечує нормальний перебіг усіх стадій розвитку комах та сприяє отриманню продукції високої якості. Для запобігання розвитку патогенних мікроорганізмів здійснюється очищення та знезараження повітря, регулярна дезінфекція виробничих приміщень і технологічного обладнання, стерилізація поживних субстратів та контроль санітарного стану персоналу. Такі заходи дозволяють мінімізувати ризик зараження культур і знизити втрати біоматеріалу.

У процесі виробництва проводиться постійний моніторинг стану ентомокультури. Лабораторний контроль охоплює оцінювання життєздатності особин, тривалості розвитку, плодючості, співвідношення статей, а також спеціальних показників, які характеризують ефективність ентомофагів як агентів біологічного захисту. Отримані результати використовуються для коригування технологічних параметрів і забезпечення стабільної якості продукції.

Після досягнення необхідної стадії розвитку здійснюється накопичення та синхронізація біологічного матеріалу, що забезпечує рівномірність партій продукції. Завершальними операціями є фасування, пакування, маркування, транспортування та зберігання ентомологічних препаратів відповідно до встановлених нормативних вимог [5].

В даний час, до замовлення доступні види, оприлюднені на офіційному сайті та зображенні на рис. 1.4 [6]:



Рис. 1.4 – Ентомологічні засоби захисту рослин, доступні до замовлення.

До прикладу, виробництво золотоочки звичайної (*Chrysoperla carnea* Steph.) здійснюється в спеціалізованому технологічному комплексі, призначеному для масового розведення ентомофага та отримання товарної продукції у вигляді яєць.

Технологічний процес включає вирощування личинок, утримання імаго, збір яєць та їх дозрівання. Личинок вирощують у сажках із сітчастим днищем, які забезпечують повітрообмін і необхідні умови розвитку до стадії кокона. Після виходу дорослих особин їх переміщують у сажки для імаго, обладнані годівницями та поїлками. Для відкладання яєць використовують змінні кришки з темним тканинним покриттям. Після збору кришки з яйцями переносять на стелажі для дозрівання. Збір яєць проводять щоденно. До складу технологічного комплексу входять сажки для личинок, сажки для імаго, змінні кришки, вентиляційний апарат та стелажі для доопрацювання продукції. Вентиляційний апарат створює потік повітря, який утримує дорослих комах усередині сажка під час заміни кришок і внесення корму, запобігаючи їх втратам. Стелажі використовують для розміщення сажків та витримування кришок із яйцями до

завершення ембріонального розвитку. Застосування такого обладнання забезпечує раціональне використання виробничих площ, зниження трудових витрат і стабільне отримання якісної ентомологічної продукції [7]. Узагальнена таблиця з етапами технологічного процесу наведена нижче [2].

Таблиця 1.4 – Етапи технологічного процесу виробництва ентомологічних засобів [2]

Етап	Операції	Обладнання	Параметри режиму	Джерела стоків
1. Підготовка субстрату	Яйця зернової молі + борошно + дріжджі	Подрібнювач, змішувач	T=20°C, RH=60%	Миття — 5 м³/добу
2. Засів трихограми	150 самок/м² субстрату	Ламінарний бокс	Стерильність КЛС-I	Лабораторні — 2 м³
3. Інкубація	Розвиток 4-5 діб	Клімат-камери КК-10	26-28°C, 70-80% RH	Зволоження — 10 м³
4. Виділення	Сита, вібрація	Вібраційні сита ВС-1	Продуктивність 1 млн/год	Миття сит — 8 м³
5. Фасування	Упаковка по 100 тис. шт.	Автомат АФ-200	T=4-8°C	-
6. Контроль	Візуальний + мікроскоп	Мікроскопи МБІ-3	Життєздатність >90%	-

Технології масового розведення акаро- та ентомофагів у закритому ґрунті.
Даний процес передбачає створення замкнених технологічних систем для безперервного культивування корисних організмів.

Підготовка середовища вирощування включає формування модельних агроценозів (рослини-господарі, шкідники, ентомофаги) у лабораторно-виробничих умовах.

Інкубаційно-репродуктивна стадія характеризується запуском тритрофічних систем: рослина → фітофаг → ентомофаг.

У спеціалізованих камерах підтримується контроль мікроклімату, що забезпечує стабільний цикл розвитку популяцій (рис. 1.5). Зазвичай, паразит і його комаха-хазяїн характеризуються подібними вимогами до абіотичних

факторів середовища та здатні інтенсивно розвиватися в температурному діапазоні 20–27 °C [8].



Рис. 1.5 – Термостат, що забезпечує стабільний цикл розвитку популяцій
Виробництво мікробіологічних препаратів та бактеріальних добрив.
Технологічний процес є класичним біотехнологічним циклом ферментаційного типу.

1. Підготовка поживного середовища. Готується стерильне середовище на основі джерел вуглецю, азоту, мінеральних солей та мікроелементів. Стерилізація здійснюється термічним або фільтраційним методом за допомогою автоклава (рис. 1.6).



Рис. 1.6 – Автоклав для стерилізації середовищ.

2. Стерилізація та підготовка продуцента. Мікроорганізми (бактерії, гриби) проходять етап активації та адаптації до поживного середовища.

3. Ферментація (біосинтез). Процес відбувається у біореакторах при контрольованих параметрах. На цій стадії відбувається інтенсивне накопичення біомаси та синтез активних метаболітів.

4. Виділення та концентрування продукту. Здійснюється сепарація біомаси, фільтрація та концентрування активних речовин.

На рис. 1.7 наведено перелік мікробіологічних препаратів, що випускаються [1].



Рис. 1.7 – Перелік мікробіологічних препаратів, що випускаються

Бактороденцид є мікробіологічним препаратом для контролю чисельності мишоподібних гризунів у сільському господарстві. Препарат являє собою зерно пшениці, інокульоване бактеріями *Salmonella enteritidis* var. *Issatchenko*. Технологія виробництва включає чотири основні стадії: підтримання вихідної культури бактерій, отримання передматочної культури, вирощування маточної культури та нанесення бактерій на зерновий субстрат. Для культивування мікроорганізмів застосовують автоклави та ферментаційне обладнання. З метою підвищення ефективності виробництва використовується автономний ферментер АФ-0,170, розроблений ІПІ «Біотехніка». Установка забезпечує стерилізацію поживного середовища та культивування мікроорганізмів в одному апараті. Робота ферментера здійснюється у комплексі з системами очищення й стерилізації води та повітря, а також обладнанням для приготування поживних середовищ [9]. Препарат містить життєздатні бактеріальні клітини з концентрацією не менше $2,0 \times 10^9$ КУО/г та призначений для регулювання

чисельності мишей і полівок у агроценозах. Норма внесення на посівах сільськогосподарських культур і в захисних лісових насадженнях становить 1–3 кг/га. Для теплиць, лісових ділянок і складських приміщень препарат використовують із розрахунку 1 кг на 100 м² площі [1].

На рис. 1.8 представлена схема операційної технології виробництва посівної культури S.e. другої генерації



Рис. 1.8 - Схема операційної технології виробництва посівної культури S.e. другої генерації [9].

Приклади культивування на поживних середовищах наведено на рис. 1.9



Рис. 1.9 – Приклади культивування на поживних середовищах
Розроблення технологічного обладнання для біотехнологічних процесів
 ІТІ «Біотехніка» НААН випускає обладнання наведене на рис. 1.10

Обладнання для організації виробництва біопрепаратів



Комплект обладнання модульний для виробництва ентомологічного препарату бракон КОМ-Б19

➤ Детальніше...

Кліматичне обладнання для вирощування, тестування і зберігання ...

➤ Детальніше...

Технологічне обладнання для виробництва хижих кліщів фітосейд

➤ Детальніше...

Ферментаційний комплекс для виробництва бактеріальних і грибних препаратів

➤ Детальніше...

Гойдалка підвісна мікробіологічна керується за допомогою терморегулятора КПМ 36/90Т

➤ Детальніше...

Комплект обладнання для масового розведення звичайної золотоочки

➤ Детальніше...

Модульний комплект обладнання для промислового виробництва трихограми

➤ Детальніше...

Рис. 1.10 – Обладнання для організації виробництва біопрепаратів [1].

Гойдалка підвісна мікробіологічна з терморегулятором КПМ 36/90Т (рис. 1.11) призначена для культивування маточних культур ентомопатогенних грибів та інших мікробіологічних препаратів у рідких поживних середовищах, має вагу 300 кг. Процес вирощування здійснюється методом глибинного культивування шляхом безперервного кругового перемішування поживного субстрату в скляних ємностях. Рух платформи забезпечує рівномірний розподіл поживних речовин, покращує аерацію середовища та створює оптимальні умови для росту й накопичення мікроорганізмів.

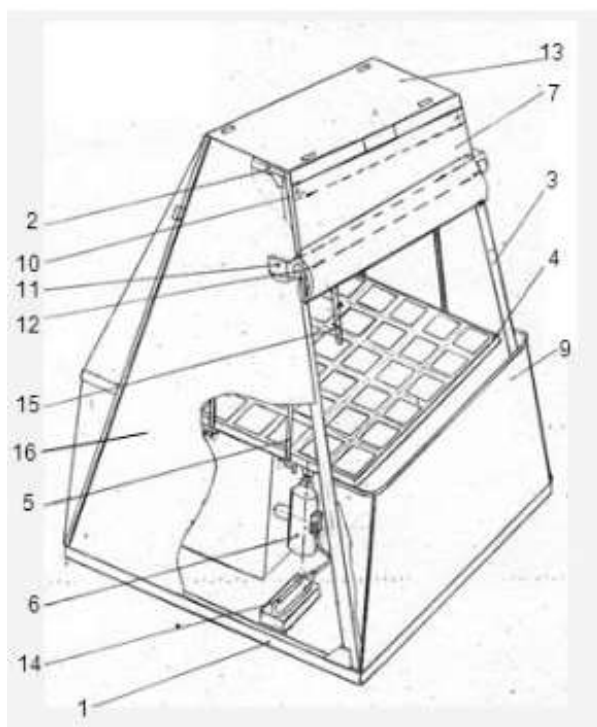


Рис. 1.11- Гойдалка підвісна мікробіологічна з терморегулятором, що встановлена на підприємстві

На нижній рамі 1 встановлені бічні стійки 2, які підтримують верхню несучу раму 3. До верхньої рами за допомогою чотирьох підвісів 5 прикріплена качалка 6 з робочою платформою 4 для розміщення ємностей із поживним середовищем. Кругові коливання робочої платформи 4 створюються за рахунок обертання ексцентрикового механізму, в якому рух формується внаслідок дисбалансу мас ексцентриків. Частота коливань регулюється зміною положення приводного ремня на шківах електродвигуна та приводу обертання ексцентриків.

Для підтримання оптимальних умов культивування установка обладнана термостатувальним кожухом (7–13) та електронагрівачем 14, що забезпечують

стабільний температурний режим під час вирощування мікроорганізмів у холодний період року.

1.3 Опис факторів навколишнього середовища прилеглої території

Кліматична характеристика. Селище Хлібодарське розташоване в Одеській області. Клімат території характеризується як вологий, помірно континентальний, у якому поєднуються ознаки континентального та морського впливу. Зимовий період відзначається відносною м'якістю, нестійкістю погодних умов і незначною кількістю снігу. Середні показники температури січня становлять приблизно від -2°C у південних районах до -5°C у північних.

Весняна пора зазвичай супроводжується переважанням хмарності та частими туманами, що зумовлено охолоджувальним впливом акваторії моря. Літній сезон є переважно жарким і посушливим: середня температура липня змінюється від $+21^{\circ}\text{C}$ на північному заході до $+23^{\circ}\text{C}$ на півдні регіону, тоді як максимальні значення можуть досягати $+36\dots+39^{\circ}\text{C}$.

Осінній період тривалий, більш теплий порівняно з весною, і характеризується переважно похмурою погодою. Середньорічна температура повітря варіює в межах від $+8,2^{\circ}\text{C}$ у північній частині до $+10,8^{\circ}\text{C}$ у південній. Річна кількість опадів становить орієнтовно 340–470 мм, причому основна їх частка припадає на теплий період року та часто має характер злив. Тривалість сонячного сяйва сягає близько 2200 годин на рік. Вегетаційний період триває в середньому 168–210 діб, із сумою активних температур від $+28^{\circ}\text{C}$ до $+34^{\circ}\text{C}$.

У холодний сезон переважають вітри північного та південно-західного напрямків, тоді як у літній період домінують північно-західні та північні повітряні потоки. У південних районах області інколи спостерігаються посушливі явища, пилові бурі та суховії [10].

Стан атмосферного повітря в Одеській області формується під впливом як природних, так і антропогенних чинників. Суттєвий внесок у забруднення атмосфери здійснює зростання кількості автотранспортних засобів, значна частка

зношеного транспорту, незадовільний стан дорожньої інфраструктури та висока інтенсивність руху на основних транспортних магістралях. Додатковим джерелом негативного впливу на повітряний басейн є господарська діяльність промислових підприємств, у результаті якої в атмосферу надходять різні забруднюючі речовини. Найбільшу частку викидів в регіоні формують підприємства енергетичного сектору, що здійснюють постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, на які припадає понад 76 % загального обсягу викидів. Частка підприємств переробної промисловості становить близько 9 %, що також впливає на якість атмосферного повітря області [11].

Характеристика поверхневих та підземних вод. Згідно з картою гідрогеологічного районування, територія, де розташовано підприємство належить до Причорноморської області надзвичайно низької водності (рис. 1.12) [12]

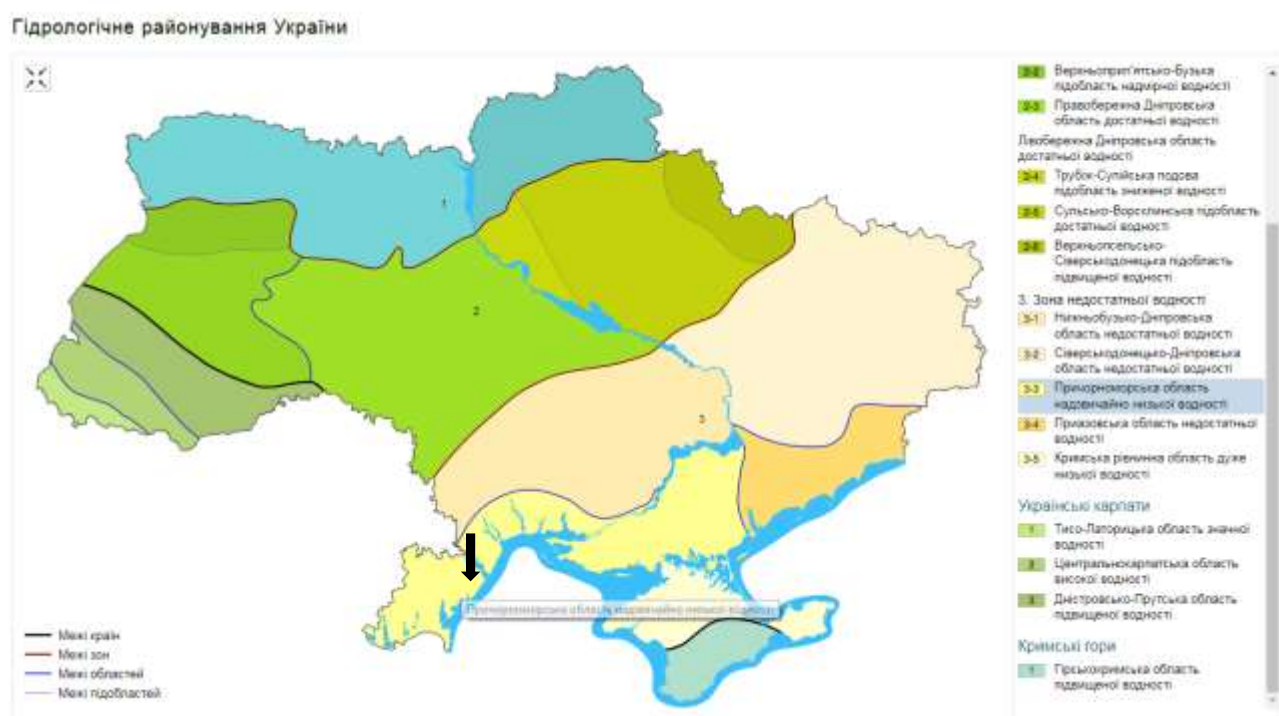


Рис. 1.12 - Карта гідрогеологічного районування [12]

Найближчі поверхневі водні об'єкти – ставок біля с. Хлібодарське, а також річка Дальник у с. Великий Дальник (рис. 1.13).

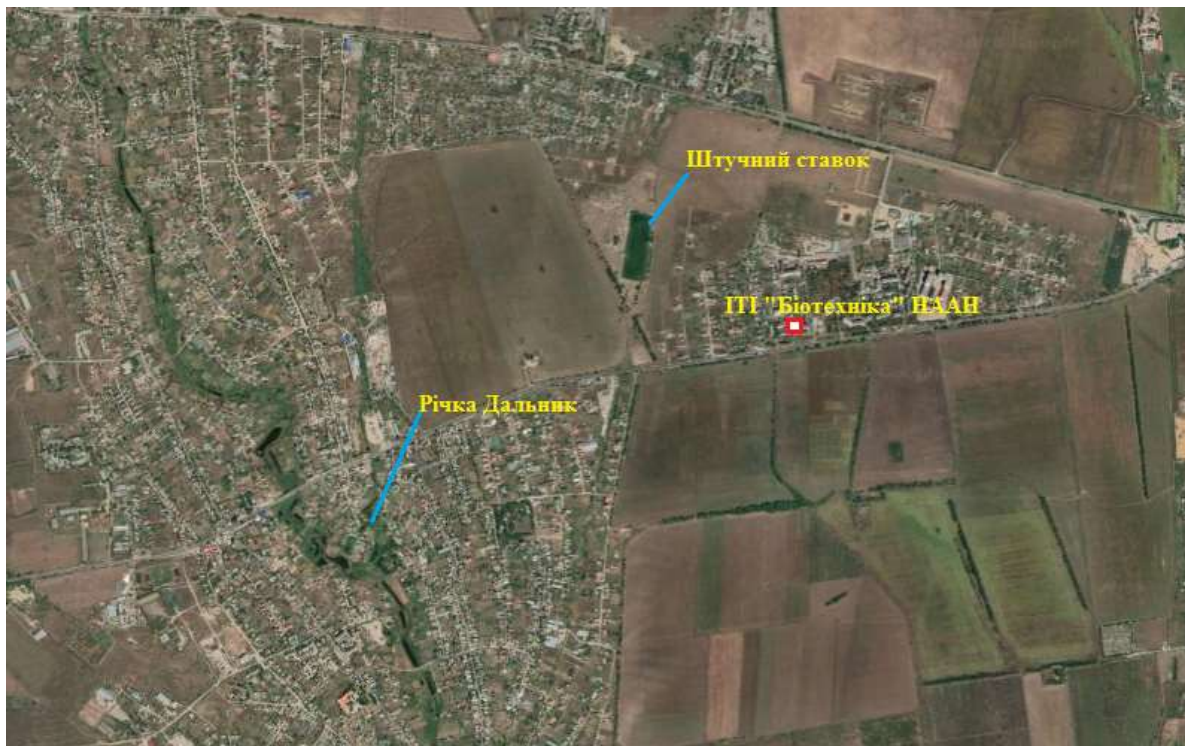


Рис. 1.13 – Оглядова карта розташування найближчих поверхневих об'єктів

Річка Дальник є малою річкою Причорноморського басейну загальною довжиною 18 км та площею водозбору 175 км² [13]. У межах досліджуваної локації її морфодинамічна структура зазнала суттєвої антропогенної трансформації. Природне русло річки є помірно звивистим та низькопохилим, що зумовлено геоморфологічною будовою Причорноморської низовини з її платоподібними рельєфними формами. За типом живлення Дальник належить до водотоків зі змішаним, переважно снігово-дощовим постачанням, де значну роль у меженні періоди відіграє підземний притік із сарматського водоносного горизонту, приуроченого до тріщинуватих вапняків регіону. Гідрологічний режим річки відображає типово степову зональність: виражене весняне водопілля, періодичні літні зливові паводки та глибока літньо-осіння межень, під час якої у верхів'ях русло часто пересихає, а в середній та нижній течії фрагментується на ланцюги замулених плес і штучно створених ставків. Екологічний стан річки оцінюється як напружений. Через розорювання прибережних захисних смуг та поверхневий змив з навколишніх сільськогосподарських угідь спостерігається хронічна еутрофікація, викликана надходженням сполук азоту та фосфору. Водночас водотік постійно фіксує гідрохімічне навантаження від

неорганізованого стоку з прилеглих селитебних зон приватного сектору, що періодично призводить до гострих екологічних інцидентів із погіршенням прозорості та зміною кольору води [14].

Безпосередньо на схід від русла річки та на північний захід від виробничо-лабораторних корпусів ІТІ «Біотехніка» локалізовано штучний ставок. За своїми морфометричними характеристиками (строго прямокутна геометрія, штучно сформоване ложе) цей об'єкт класифікується як копана водойма з обмеженим або повністю відсутнім природним поверхневим стоком. Гідродинамічний режим ставка є повністю регульованим та замкненим, де коливання дзеркала води залежать від примусового нагнітання чи забору, об'єму атмосферних опадів та інтенсивного випаровування. Замкненість системи в умовах високої інсоляції півдня України створює значні гідробіологічні ризики, пов'язані з вторинним мінеральним засоленням водної маси та загрозою інтенсивного «цвітіння» води через розвиток синьо-зелених водоростей. Узагальнена таблиця з основними характеристиками поверхневих водних об'єктів наведена нижче (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Основні характеристики поверхневих водних об'єктів

Водний об'єкт	Тип та гідроморфологія	Характерний хімічний склад. Солоність	Основні функції та екологічне значення	Головні загрози якості води
Річка Дальник	Мала степова річка	Прісна вода у верхів'ях, схильна до високої каламутності та хімічних аномалій у місцях скидів	Природний дренаж Причорноморського плато. Джерело прісного стоку для естуарію	Несанкціоновані скиди побутових та промислових стічних вод, вимивання добрив
Штучний ставок	Прямокутний резервуар штучного походження	Прісна вода, склад формується за рахунок поверхневого стоку з агроландшафтів	Технологічне водозабезпечення, акумуляція стоку	Накопичення пестицидів, мулу та мінеральних добрив з навколишніх полів

Геологічна будова та ґрунтовий покрив. Селище Хлібодарське розташоване в Біляївському районі Одеської області, і його геологічна будова та ґрунтовий покрив відповідають природним характеристикам Причорноморської низовини,

де переважає рівнинний ландшафт. Пліоцен-антропогенні червоно-бурі глини є корінними покрівними породами, а на півночі області поширені лесоподібні та щебенесто-суглинисті еолово-делювіальні породи, на півдні — еолово-делювіальні леси та лесоподібні породи.

Рельєф території характеризується практично повним розташуванням Одеської області на Причорноморській низовині з рівнинною місцевістю, хоча північна частина лежить в зоні Подільської височини з розвиненою мережею балок і ярів, а сам ландшафт є однорідним рівнинним. Згідно з картою ґрунтів Одеської області (рис. 1.14), ґрунти, де розташовано ІТІ «Біотехніка» НААН відносяться до чорноземів південних мало гумусних [15].



Рис. 1.14 – Карта ґрунтів Одеської області

Флора та фауна прилеглих ділянок. Селище Хлібодарське Одеської області розташоване в межах Причорноморської низовини, у зоні південного степу України, де природні умови значно змінені діяльністю людини, але зберігаються окремі елементи природної степової екосистеми. Історично тут переважали різнотравно-типчаково-ковилові степи, однак нині більша частина природної рослинності замінена забудовою, сільськогосподарськими угіддями та штучними зеленими насадженнями.

Флора Хлібодарського представлена поєднанням залишків природної степової рослинності, синантропних видів і декоративних насаджень. Перелік флористичного розмаїття наведено в табл.1.6. [2,16].

Таблиця 1.6 - Перелік флористичного розмаїття зони впливу

Тип угруповання	Площа, га	Домінуючі види	Стан
Степ	320 (64%)	Ковила пірчаста, типчак, полин	Помірно деградований
Чагарники	85 (17%)	Акація біла, терен, глод	Введені
Газони	65 (13%)	Тонконіг, овсяниця	Культивовані
Балка	30 (6%)	Осока, очерет, верба	Природне

Фауна території селища є типовою для населених пунктів півдня України і формується переважно видами, які добре адаптувалися до життя поруч із людиною. Серед ссавців трапляються миші, полівки. Поширені також дрібні гризуни, які пристосувалися до агроландшафтів і житлової забудови. Перелік фауністичного розмаїття наведено в табл.1.7. [2,16].

Таблиця 1.7 - Перелік фауністичного розмаїття зони впливу

Група	Види	Чисельність	Вплив підприємства
Птахи	Горобець польовий, сорока, галка	150-200 пар/км ²	Помірний
Ссавці	Полівка звичайна, миша лісова	50-80 ос./га	Помірний
Комахи	Бджоли, метелики, сонечка, комари, джмелі, мурахи	500-1000 ос./га	Помірний
Рептилії	Ящірка прудка, гадюка степова	2-5 ос./га	Низький

Комахи представлені великою різноманітністю: бджоли, джмелі, мурахи, жуки, метелики, сонечка, а також синантропні види комарів і мошок [16].

1.4. Аналіз впливу діяльності підприємства на фактори довкілля

Вплив на атмосферне повітря. Оскільки інститут здійснює переважно науково-дослідну діяльність, а не масштабне промислове виробництво, його вплив на атмосферне повітря зазвичай оцінюється як локальний та обмежений. На

території Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» НААН України основними джерелами впливу на атмосферне повітря є сукупність стаціонарних, пересувних і технологічних процесів, що формують незначне за інтенсивністю, але різнотипне за складом забруднення.

Основними джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на території ІТІ «Біотехніка» є котельня, біореактори, дизель-генератор та системи вентиляції виробничих приміщень. Загальний обсяг викидів орієнтовно оцінено в 45 т/рік [2]. Найбільший внесок у викиди здійснює котельня, від якої в атмосферу надходять діоксид вуглецю (CO_2), діоксид сірки (SO_2) та зола. Викиди від біореакторів можуть містити етанол та ацетальдегід, що утворюються в процесі біотехнологічного виробництва. Робота дизель-генератора супроводжується викидами оксидів азоту (NO_x) та сажі, а вентиляційні системи можуть виносити в атмосферу спори мікроорганізмів і дрібнодисперсні частинки. Джерела викидів підприємства з виробництва біопрепаратів для захисту рослин представлено в таблиці 1.8. Їх характеристика сформована на основі власних спостережень і міркувань під час переддипломної практики.

Таблиця 1.8. - Джерела викидів ІТІ «Біотехніка», які було охарактеризовано під час візиту на підприємство [2]

Джерело	Висота, м	Викиди, т/рік	Склад
Котельня	12	32	CO_2 , SO_2 , зола
Біореактори	6	8	Етанол, ацетальдегід
Дизель-генератор	8	2	NO_x , сажа
Вентиляція	4	3	Спори, частинки

Небезпека викидів для водного середовища описана у таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 - Небезпека викидів для водного середовища

Речовина/викид	Небезпека для водного середовища
CO_2 (вуглекислий газ)	Розчиняючись у воді, утворює вугільну кислоту, що підкислює водойми та негативно впливає на водні організми [17].
SO_2 (діоксид сірки)	Утворює кислотні дощі, які знижують рН водойм, спричиняють загибель риб і порушують водні екосистеми [18].

Зола	Містить важкі метали та тверді частинки, що забруднюють воду, зменшують її прозорість і можуть бути токсичними для живих організмів [19].
Етанол	У великих концентраціях погіршує якість води, підвищує споживання кисню мікроорганізмами, що може призвести до його нестачі для водних мешканців [20].
NO _x (оксиди азоту)	Сприяють утворенню кислотних дощів і надходженню нітратів у водойми, що викликає евтрофікацію ("цвітіння" води) [18].
Сажа	Осідає у водоймах, погіршує якість води, може переносити токсичні речовини та шкодити водним організмам [19].
Частинки (пил, аерозолі)	Збільшують каламутність води, перешкоджають проникненню світла та можуть переносити токсичні забруднювачі [19].

Серед існуючих природоохоронних заходів, на котельні встановлено фільтри, що вловлюють близько 80% пилу [2].

Вплив на гідросферу. Загальна схема водопостачання та водовідведення для підприємства (рис.1.15) була створена на основі інформації, отриманої під час практики на підприємстві [2].

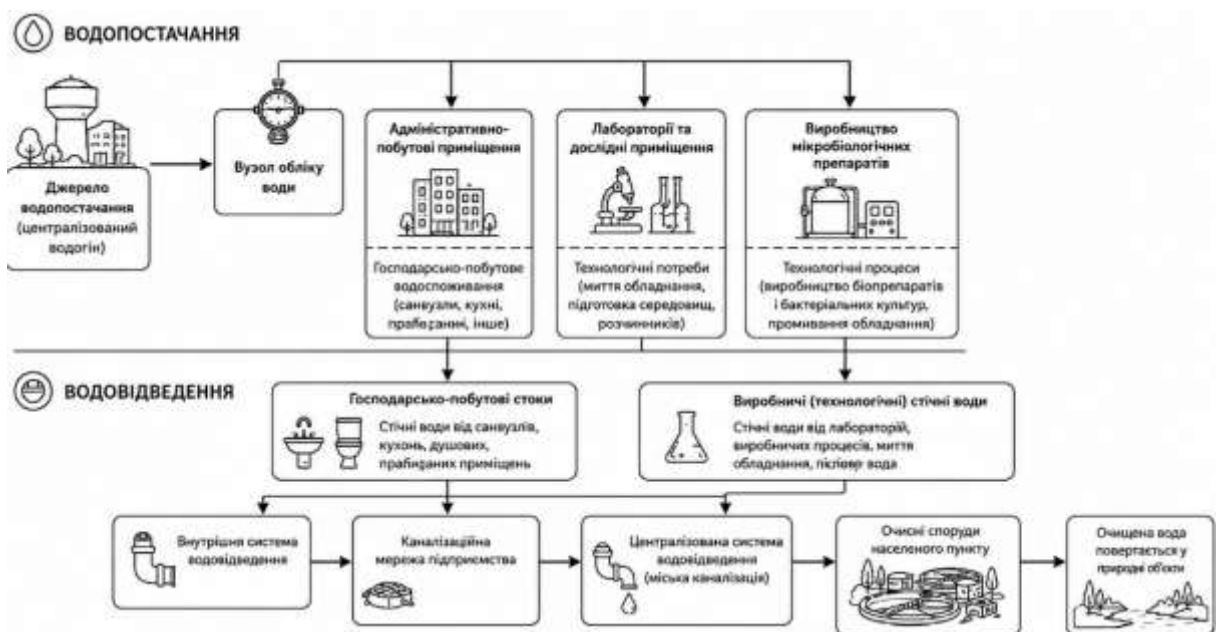


Рис. 1.15 - Загальна схема водопостачання та водовідведення для підприємства

Вплив діяльності ІТІ «Біотехніка» НААН України на гідросферу формується в межах замкнених технологічних циклів водоспоживання та водовідведення. Це відображено у структурі централізованого водопостачання та послідовному проходженні води через адміністративно-побутові, лабораторні та виробничі підрозділи. Річний обсяг стічних вод орієнтовно оцінено в 36 500 м³.

Стічні води є основним джерелом антропогенного навантаження на водні об'єкти. У складі забруднюючих речовин в стічних водах домінують органічні та біогенні компоненти. Орієнтовний (прогнозований) хімічний склад: біохімічне споживання кисню (БПК₅) сягає 12,7 т/рік, сполуки азоту — 1,8 т/рік, фосфору — 0,45 т/рік [2]. Виробничі (технологічні) стічні води, сформовані процесами миття обладнання, підготовки середовищ і біотехнологічного синтезу, є більш специфічними за складом і можуть містити залишкові біологічно активні речовини. Господарсько-побутові стоки формують стабільне органічне навантаження.

Враховуючи наявність специфічних стічних вод на підприємстві, передбачається, що на його території може бути встановлено відстійник, наприклад, об'ємом 75 м³. також зроблено припущення, що такий відстійник має перевантаження на 25-50%, знос 85% і не є достатньо ефективним [2].

Розрахунок води на господарсько-питні потреби наведено нижче. Виконано відповідно до вимог ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво» [21].

Вихідні дані:

- Кількість працівників: 250 осіб
- Режим роботи: 5-денний робочий тиждень (251 робочий день на рік)
- Тривалість зміни: 8 годин
- Норма витрати води на 1 працівника: 25 л/добу [21]

Розрахунок добової витрати води:

$$Q_{\text{доб}} = N \cdot q, \quad (1)$$

де: $N = 250$ осіб, $q = 25$ л/добу.

$$Q_{\text{доб}} = 250 \cdot 25 = 6250 \text{ л/добу} = 6,25 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Розрахунок річної витрати води:

$$Q_{\text{рік}} = Q_{\text{доб}} \cdot n, \quad (2)$$

де: $Q_{\text{доб}} = 6,25 \text{ м}^3/\text{добу}$, $n = 251$ днів/рік

$$Q_{\text{рік}} = 6,25 \cdot 251 = 1568,75 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Висновок. Річна витрата води на господарсько-питні потреби підприємства становить 1568,75 м³/рік.

Утворення відходів на підприємстві. У процесі діяльності на підприємстві утворюються різні види відходів, що мають як біологічне, так і техногенне походження. Основними джерелами їх утворення є виробництво та розведення корисних організмів, лабораторні дослідження, виготовлення біозасобів захисту рослин, обслуговування обладнання, а також адміністративно-побутова діяльність. Загалом на підприємстві формуються тверді, виробничі, небезпечні та побутові відходи. Прогнозується, що найбільшу частку становлять тверді відходи. Орієнтовно їх обсяг оцінено в 120 т на рік [2]. До них належать біосміття, що утворюється внаслідок біотехнологічних процесів, шлами після очищення та технологічних операцій, залишки живильних середовищ для вирощування ентомофагів, а також відходи пакувальних матеріалів. Значна частина цих відходів має органічну природу, що потребує особливого контролю через їхню біологічну активність. Узагальнену таблицю утворених відходів складено відповідно до Порядку класифікації відходів [22] та наведено нижче (табл. 1.10).

Таблиця 1.10 – Відходи, що утворюються на підприємстві [22]

Вид відходу	Орієнтовний код	Статус безпеки	Критерій
Пластик лабораторний	15 01 02 / 18 01 04	не небезпечні	відсутній
Скло лабораторне	15 01 07	не небезпечні	відсутній
Хімічні реактиви	07 01 04*, 06 01 06*	небезпечні	НР3, НР4, НР8, НР14
Біологічні відходи	18 01 03*	небезпечні	біологічна безпека
Папір і картон	15 01 01 / 20 01 01	не небезпечні	відсутній
Побутові відходи	20 03 01	не небезпечні	відсутній

Сучасні підходи до обробки небезпечних лабораторних відходів ґрунтуються на процесах нейтралізації, сорбційного очищення або ж відновлення корисних компонентів для подальшого повторного використання.

До основних способів переробки належать:

- нейтралізація кислотних і лужних розчинів хімічним шляхом;
- руйнування органічних розчинників через деструктивні методи;

- вилучення металів із осадів та розчинних сумішей.

Під час поводження з хімічними залишками критично важливо не змішувати речовини, які можуть вступати в небезпечні реакції між собою, зокрема окисники та відновники, оскільки це може призвести до вибухонебезпечних ситуацій [23].

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТУВАННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1. Характеристика стічних вод підприємства та джерел їх утворення

Підприємство ІТІ «Біотехніка» НААН України функціонує за послідовною схемою водопостачання, у межах якої питна вода надходить до адміністративно-побутової частини, лабораторій і виробничих ділянок. Після того формується сумарний потік стічних вод. Загальний річний обсяг стоків орієнтовно оцінено на рівні 36500 м³, з яких 1568 м³/рік (за розрахунками у підрозділі 1.4) припадає на господарсько-побутові стоки. Основна частина стоків є виробничою та формується у процесі технологічних операцій біосинтезу, мийки обладнання, приготування поживних середовищ і санітарної обробки [2].

Господарсько-побутові стоки утворюються у санвузлах, душових, роздягальнях, кухонних і адміністративних приміщеннях та характеризуються відносно стабільним складом із переважанням органічних і біогенних забруднювачів, серед яких основними є органічні речовини, що формують біохімічне та хімічне споживання кисню, походять від залишків їжі та побутових відходів і спричиняють зниження концентрації розчиненого кисню у водних об'єктах та розвиток гнильних процесів [24].

Амонійний азот - сполука, що природно виникає у процесі розкладання органіки. Він утворюється внаслідок розкладу сечовини та білкових сполук, і в нормальних концентраціях є частиною природного азотного циклу. У водному розчині амонійний азот присутній як іон NH_4^+ . При підвищенні рН та температури він може переходити в токсичний газ аміак (NH_3). У разі надходження амонійних сполук в надмірних кількостях у природні водойми відбувається їх евтрофікація - «цвітіння» води, зниження рівня кисню, загибель водної флори і фауни. Біологічна очистка стічних вод погіршується: більш як 150 мг/дм³ амонійний азот погіршує процес біологічної очистки стічних вод в аеротенках, викликаючи

зменшення швидкості біологічного окиснення забруднень. Для людини це ризики хронічної інтоксації, особливо при споживанні забрудненої води [25].

Фосфати, які надходять із мийних засобів і побутової хімії, добре розчиняються у воді, не видаляються механічними методами та викликають інтенсивний розвиток водоростей у природних водоймах. Поверхнево-активні речовини, що містяться у синтетичних миючих засобах, знижують поверхневий натяг води, утворюють стійку піну, пригнічують активність мікроорганізмів у системах біологічної очистки та можуть порушувати роботу активного мулу, а також мікробіологічні забруднення, представлені бактеріями, вірусами та грибами, які формують санітарно-епідеміологічну небезпеку та потребують обов'язкового знезараження перед скиданням [26].

Виробничі (технологічні) стоки формуються у лабораторіях і цехах у результаті промивних операцій реакторів, стерилізаторів, мийних ванн, систем охолодження та приготування середовищ і є значно складнішими за складом, оскільки містять органічні біоречовини у вигляді білків, амінокислот, вуглеводів і ліпідів, що надходять із поживних середовищ і біомаси. Вони характеризуються високим біохімічним споживанням кисню та швидкою біодеградацією, що може призводити до інтенсивного мікробного росту і вторинного загнивання. Мінеральні солі, зокрема нітрати, фосфати, хлориди та сульфати, які підвищують загальну мінералізацію води, змінюють електропровідність і можуть пригнічувати біологічні процеси очищення при високих концентраціях. Поверхнево-активні та мийні речовини, що використовуються у СІР-очистці обладнання і лабораторній санітарії, здатні утворювати піну, знижувати ефективність аерації та порушувати седиментацію активного мулу. Біоактивні специфічні сполуки, включно з мікроорганізмами, ферментами, залишками антибіотиків і гормоноподібних речовин, які можуть мати навіть у низьких концентраціях інгібуючий вплив на мікрофлору очисних споруд і сприяти формуванню антибіотикорезистентності у середовищі, а також окиснювальні та реакційні речовини, такі як пероксиди, гіпохлорити, кислоти та луги. Останні викликають різкі коливання рН, корозійні процеси та пригнічення біологічного очищення. Поверхневі (дощові) стоки на

підприємстві практично повністю відокремлені від господарсько-виробничих і зазвичай містять завислі речовини, пил, пісок, можливі нафтопродукти та сліди важких металів, однак у даній системі не змішуються з основним потоком [27, 28].

Поверхневі (дощові) стоки є складовою частиною стічних вод підприємства та формуються внаслідок випадання атмосферних опадів і танення снігу на території виробничого майданчика. Під час проходження по поверхні території дощові та талі води контактують з різними покриттями, технологічними об'єктами, транспортними засобами та інженерними спорудами, внаслідок чого можуть забруднюватися завислими речовинами, нафтопродуктами, органічними сполуками, залишками мінеральних добрив, засобів захисту рослин та іншими домішками антропогенного походження. Кількість і склад поверхневого стоку залежать від площі водозбору, характеру покриття території, інтенсивності опадів, рівня благоустрою виробничого майданчика та специфіки господарської діяльності підприємства. Найбільше забруднення дощових вод спостерігається на ділянках руху та стоянки автотранспорту, у зонах складування матеріалів, а також поблизу виробничих будівель і споруд [29].

Первинний відстійник об'ємом 75 м³, як вже зазначалося вище, ймовірно працює в перевантаженому режимі, має знос близько 85 % і характеризується зниженням ефективності осадження завислих речовин, винесенням органічного навантаження на наступні стадії очищення, накопиченням осаду та ризиком гідравлічного проскоку забруднень. Все перераховане в сукупності з високою часткою складних біотехнологічних стоків формує підвищене навантаження на всю систему водовідведення та потребує модернізації або оптимізації потоків.

Узагальнена схема, що демонструє джерела та склад стічних вод підприємства наведена на рис. 2.1

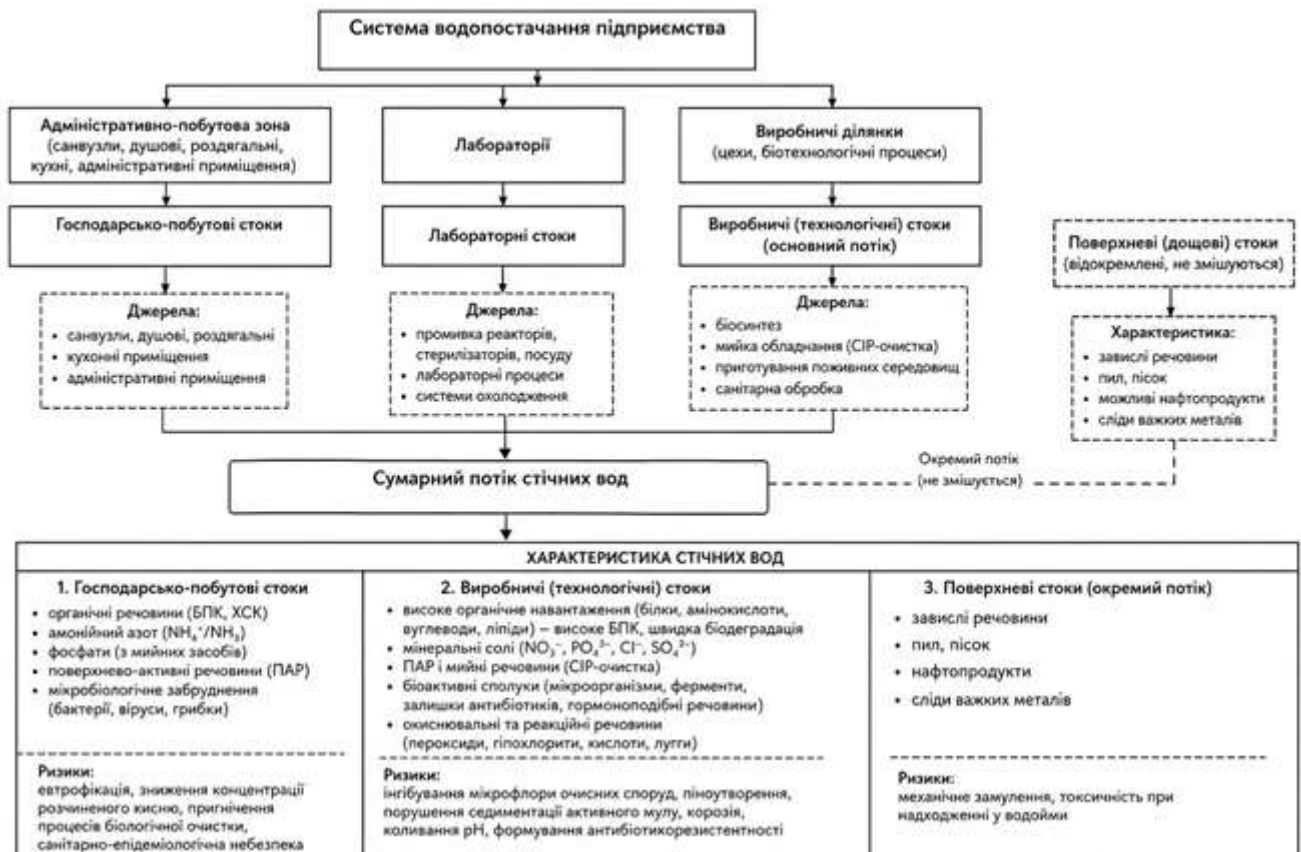


Рис. 2.1 - Узагальнена схема, що демонструє джерела та склад стічних вод підприємства

2.2 Проектування схеми очищення стічних вод підприємства

Аналіз існуючої системи водовідведення показав, що очищення стічних вод здійснюється за допомогою відстійника. Однак використання лише механічного відстоювання не забезпечує достатнього рівня очищення стічних вод, оскільки не дозволяє ефективно вилучати розчинені органічні та неорганічні забруднювальні речовини, залишки хімічних реагентів, поживні компоненти живильних середовищ та інші домішки, що утворюються в процесі виробничої діяльності установи. На підприємстві формуються декілька категорій стічних вод, серед яких господарсько-побутові стоки, виробничі стічні води після експлуатації автоклавів, термостатів, мийки лабораторного обладнання та допоміжних технологічних операцій, а також стічні води, що містять залишки хімічних реагентів, які використовуються під час виробництва біологічних препаратів та проведення науково-дослідних робіт. Склад стічних вод характеризується підвищеним

вмістом завислих речовин, органічних сполук, солей, залишків поживних середовищ та окремих хімічних компонентів, що потребує застосування більш ефективних методів очищення.

Для підвищення екологічної безпеки діяльності підприємства та раціонального використання водних ресурсів пропонується впровадження послідовної фізико-хімічної схеми очищення стічних вод. Запропонована технологія передбачає проходження стоків через комплекс очисних споруд, що включає механічне вилучення грубодисперсних домішок, реагентне очищення із застосуванням процесів коагуляції та флокуляції, відстоювання, фільтрування та завершальне знезараження очищеної води. Після проходження повного циклу очищення вода може бути повернена у виробничий процес для технічних потреб підприємства, зокрема для миття обладнання, підготовки допоміжних розчинів та інших операцій, які не потребують використання питної води. Реалізація принципу оборотного водопостачання дозволить суттєво скоротити споживання свіжої води, зменшити обсяги скидання стічних вод у навколишнє середовище та підвищити ресурсну ефективність виробництва.

У зв'язку з постійним зростанням вартості водних ресурсів стічні води все частіше розглядаються як перспективне альтернативне джерело водопостачання. За умови належного очищення вони можуть використовуватися повторно, що сприяє раціональному використанню природних ресурсів та зменшенню навантаження на довкілля, в умовах світового дефіциту чистої води [30]. У межах концепції циркулярної економіки, що передбачає максимально ефективне використання ресурсів та мінімізацію відходів, стічні води розглядаються не як відходи, а як цінний ресурс. Їх повторне використання дозволяє поєднати економічну доцільність із завданнями охорони навколишнього природного середовища, забезпечуючи сталий розвиток та підвищення ресурсної ефективності виробництва [31].

Пропонується облаштування системи очистки води з її повторним використанням (рис. 2.2). Застосування послідовної фізико-хімічної очистки дозволяє видаляти завислі речовини, органічні сполуки, залишки реагентів та інші

домішки, характерні для виробництва біопрепаратів. На відміну від традиційного відстоювання, така технологія забезпечує значно вищий ступінь очищення стічних вод та підвищує рівень екологічної безпеки підприємства. Додатковою перевагою впровадження запропонованої схеми очищення стічних вод є наявність на підприємстві відстійника. Можна використати його як один із елементів модернізованої системи очищення. Це суттєво зменшить витрати на будівництво нових очисних споруд. Відстійник може виконувати функцію первинного або вторинного відстоювання після стадії реагентного очищення, забезпечуючи осадження утворених пластівців та завислих речовин. Використання вже наявної інфраструктури спрощує впровадження нової технологічної схеми, скорочує терміни реалізації проєкту та знижує капітальні витрати.

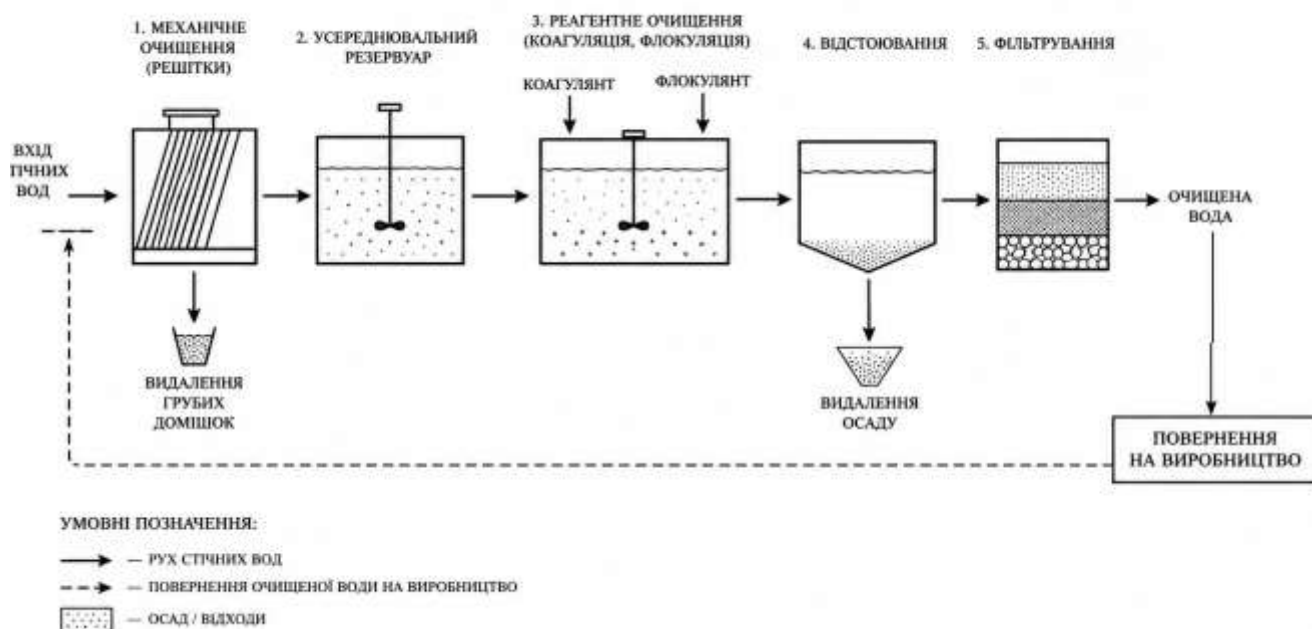


Рис. 2.2 – Запропонована схема очистки води з її повторним використанням

Опис схеми:

На першому етапі виробничі стічні води надходять на вузол механічного очищення, який включає механізовані решітки тонкого очищення з розміром отворів (2 – 5) мм, контейнер для збору вилучених відходів та, за необхідності, горизонтальний пісковловлювач. Швидкість руху стічних вод через решітки підтримується в межах (0,6 – 1,0) м/с, що забезпечує ефективне затримання крупнодисперсних домішок без надмірного накопичення осаду. На даній стадії з

потоків видаляються папір, текстильні волокна, полімерні матеріали, залишки пакування, рослинні рештки та інші механічні включення розміром понад 2 мм. Вилучені відходи автоматично або періодично транспортуються до контейнера та передаються на подальшу утилізацію. Наявність механічного очищення дозволяє знизити ризик засмічення трубопроводів, насосів, дозувального обладнання та перемішувальних пристроїв наступних стадій очищення. Для транспортування стічних вод на очисні споруди використовуються занурювальні або горизонтальні відцентрові насоси продуктивністю (10 – 30) м³/год залежно від витрати стоків підприємства [32].

Після механічного очищення стічні води надходять до резервуара-усереднювача, об'єм якого розраховується з умови забезпечення часу перебування стоків протягом (12 – 24) годин. Орієнтовний об'єм споруди для підприємства становить (50 – 80) м³. Резервуар обладнується системою дрібнопухирчастої аерації або низькообертовими механічними мішалками з інтенсивністю перемішування (3 – 5) Вт/м³. Основним призначенням усереднювача є вирівнювання нерівномірності витрати стічних вод та стабілізація концентрацій забруднювальних речовин, що надходять від різних виробничих процесів. Постійне перемішування запобігає осадженню завислих речовин, утворенню застійних зон та розвитку анаеробних процесів, які можуть супроводжуватися появою неприємного запаху. Усереднення складу стоків забезпечує стабільні умови для роботи реагентного господарства та підвищує ефективність подальших стадій очищення [33].

Наступною стадією є фізико-хімічне (реагентне) очищення. Із резервуара-усереднювача стічні води насосами подаються до камери швидкого змішування, де протягом (1 – 3) хвилин здійснюється інтенсивне перемішування при градієнті швидкості (600 – 1000)с⁻¹. На цій стадії за допомогою дозувальних насосів вводяться коагулянти - сульфат алюмінію Al₂(SO₄)₃ або поліоксихлорид алюмінію в дозах (50 – 120) мг/дм³, а також реагенти для коригування рН до оптимального значення 6,5 – 8,5. У результаті коагуляції відбувається дестабілізація колоїдних і дрібнодисперсних частинок та їх агломерація. Далі вода надходить до камери

флокуляції, обладнаної повільнохідними мішалками, де протягом (15 – 30) хвилин вводиться катіонний або аніонний поліакриламідний флокулянт у дозі (1 – 5) мг/дм³. Під час флокуляції формуються пластівці розміром (1 – 5) мм, які мають високу швидкість осадження та можуть ефективно видалятися у відстійниках. Реагентне очищення забезпечує зниження концентрації завислих речовин на (80 – 95) %, показників ХСК на (50 – 70)% та БСК₅ на (40 – 60) %, а також видалення значної частини органічних забруднень, характерних для біотехнологічних виробництв [34].

Після реагентної обробки стічні води надходять до відстійника. Для підприємства доцільним є використання існуючого відстійника після проведення його реконструкції та технічного переоснащення. Тривалість відстоювання становить (1,5 – 2,5) години, а гідравлічне навантаження підтримується на рівні (0,8 – 1,5) м³/(м²·год). У процесі відстоювання сформовані пластівці осідають на дно споруди, утворюючи шар осаду. Освітлена вода відводиться на наступну стадію очищення. Для підвищення ефективності роботи відстійник доцільно обладнати скребковим механізмом збору осаду, системою видалення плаваючих речовин та насосною станцією відкачування осаду. Ефективність видалення завислих речовин у відстійнику може досягати (85 – 92) %. Осад періодично видаляється та направляється до резервуара-накопичувача, після чого зневоднюється на фільтр-пресі або центрифугі до вологості (70 – 80) % і передається на утилізацію відповідно до вимог природоохоронного законодавства [35].

Освітлена вода після відстоювання надходить на стадію доочищення шляхом фільтрування. Для цього передбачається використання напірних піщаних фільтрів зі швидкістю фільтрування (5 – 10) м/год та висотою фільтрувального шару (0,8 – 1,2) м. Як завантаження застосовуються кварцовий пісок фракції (0,8 – 2,0) мм, антрацит або багат шарові фільтрувальні матеріали. Для видалення розчинених органічних речовин, кольоровості та запахів після піщаних фільтрів може встановлюватися сорбційний фільтр з активованим вугіллям. На цій стадії концентрація завислих речовин знижується до рівня менше (5 – 10) мг/дм³, що

забезпечує високу якість очищеної води та можливість її повторного використання у виробництві, наприклад для первинної мийки обладнання та прибирання приміщень та інших технічних потреб, що не потребують використання води питної якості [36].

Після завершення всіх стадій очищення вода надходить до резервуара чистої води об'ємом (20 – 50) м³, обладнаного насосною станцією оборотного водопостачання. Із резервуара очищена вода повертається у виробничий цикл.

Запровадження оборотної системи водопостачання дозволяє скоротити споживання свіжої води на (60 – 80) %, зменшити обсяг скидання стічних вод у навколишнє середовище та суттєво знизити експлуатаційні витрати підприємства. Додатковою перевагою запропонованої схеми є можливість використання існуючого відстійника, що дає змогу скоротити капітальні витрати на реконструкцію очисних споруд та прискорити впровадження природоохоронних заходів. У таблиці 2.1. наведено параметри і характеристика обладнання, яке може бути застосовано.

Таблиця 2.1 – Характеристика і параметри обладнання, яке може бути застосовано

Технологічний процес	Обладнання	Параметр роботи	Результат
Механічне очищення	Механізовані решітки з контейнером для збору відходів	Розмір отворів решіток - (2–5) мм. Швидкість потоку - (0,6–1,0) м/с.	Видалення крупнодисперсних домішок до 90 %
Усереднення стоків	Усереднювач з аерацією або механічною мішалкою, V = (50–80) м ³	Тривалість перебування - (12–24) год	Стабілізація витрати та концентрацій забруднень
Коагуляція	Камера швидкого змішування з дозувальними насосами	Доза коагулянту (Al ₂ (SO ₄) ₃ або PAC) - (50–120) мг/дм ³ . Тривалість змішування - (1–3) хв	Зниження ХСК на (50–70) %. Завислих речовин - на (60–80) %
Флокуляція	Флокулятор з повільнохідними мішалками	Доза флокулянту – (1–5) мг/дм ³ . Тривалість контакту - (15–30) хв	Формування пластівців розміром (1–5)мм

Відстоювання	Реконструйований відстійник	Тривалість відстоювання – (1,5–2,5) год. Навантаження - (0,8–1,5) м³/(м²·год)	Видалення завислих речовин (85–92) %
Фільтрування	Напірний піщаний фільтр	Швидкість фільтрування- (5–10) м/год	$ЗР \leq (5–10)$ мг/дм³
Накопичення очищеної води	Резервуар чистої води, $V = (20–50)$ м³	Регулюючий запас води - (6–12) год	Забезпечення стабільної роботи системи
Оборотне водопостачання	Насосна станція оборотного водопостачання	Подача очищеної води на технічні потреби	Скорочення споживання свіжої води на (60–80) %

Коагулянт — сульфат алюмінію $Al_2(SO_4)_3$. Сульфат алюмінію є традиційним неорганічним коагулянтом, який широко застосовується у процесах очищення природних і стічних вод для дестабілізації колоїдних та дрібнодисперсних домішок. У водному середовищі він піддається гідролізу з утворенням активних полімерних та аморфних форм гідроксиду алюмінію $Al(OH)_3$, що відіграють ключову роль у процесі очищення. Утворений гідроксид формує об'ємні аморфні пластівці з високою питомою поверхнею, які адсорбують зважені частинки, органічні домішки та частково нейтралізують їх електричний заряд, сприяючи агрегації колоїдів у більші флокули. Ефективність коагуляції суттєво залежить від значення рН середовища, оптимальний діапазон якого зазвичай становить 5,5–7,5. При цьому процес супроводжується витратою лужності води, що часто потребує додаткового регулювання рН. Сульфат алюмінію є економічно доступним і технологічно ефективним реагентом, однак утворює значні об'єми осаду, який потребує подальшої обробки [37].

Флокулянт - поліакриламід (РАМ). Поліакриламід є високомолекулярним синтетичним полімером, який використовується як флокулянт для інтенсифікації процесу агрегації вже утворених коагуляцією мікрочастинок. Його дія базується на механізмі міжчастинкового «місткового» зв'язування, коли довгі полімерні ланцюги адсорбуються на поверхні частинок і з'єднують їх у великі структуровані агрегати - флокули. Поліакриламід проявляє різну ефективність щодо конкретних

типів суспензій. Він значно підвищує швидкість осадження зважених речовин, покращує ущільнення осаду та зменшує необхідну дозу коагулянтів. Поліакриламід застосовується у дуже малих концентраціях, однак його ефективність є чутливою до передозування. Воно може призводити до стабілізації суспензії замість її осадження. Завдяки високій молекулярній масі та здатності до формування міцних флокул, він є одним із найефективніших сучасних флокулянтів у водоочисних технологіях [38].

Лужний реагент – гідроксид натрію. Гідроксид натрію є сильною лужною сполукою, що застосовується для регулювання кислотно-лужного балансу у водоочисних процесах, зокрема при коагуляції солями алюмінію. У водному середовищі він повністю дисоціює з утворенням іонів OH^- , які нейтралізують надлишкову кислотність, що виникає внаслідок гідролізу коагулянтів. Основною функцією NaOH є підтримання оптимального значення pH , необхідного для утворення нерозчинного гідроксиду алюмінію, який забезпечує ефективне видалення домішок. Крім того, він компенсує витрату природної лужності води та стабілізує умови коагуляційно-флокуляційного процесу. Надлишкове дозування може негативно впливати на процес, оскільки при надто високому pH відбувається розчинення аморфних гідроксидних структур, що знижує ефективність очищення. Тому NaOH розглядається як критично важливий регулятор технологічного режиму очищення води [39].

Загальний річний обсяг стічних вод підприємства прийнято на рівні 36 500 $\text{м}^3/\text{рік}$. Розрахунок реагентів виконано за формулою:

$$G = (Q \cdot C) / 10^6, \quad (3)$$

де G – річна витрата реагенту, т/рік;

Q – річний обсяг стічних вод, $\text{м}^3/\text{рік}$;

C – доза реагенту, $\text{мг}/\text{дм}^3$.

1. Коагулянт (сульфат алюмінію $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

Для біотехнологічних стоків приймається орієнтовна доза коагулянту з діапазону (60–120) $\text{мг}/\text{дм}^3$.

Мінімальна витрата реагенту становить $(36\,500 \cdot 60) / 10^6 = 2,19$ т/рік.

Максимальна витрата реагенту становить $(36\,500 \cdot 120) / 10^6 = 4,38$ т/рік.

2. Флокулянт (поліакриламід)

Доза флокулянта приймається на рівні $(1 - 2)$ мг/дм³.

Мінімальна витрата реагенту становить $(36\,500 \cdot 1) / 10^6 = 0,0365$ т/рік.

Максимальна витрата реагенту становить $(36\,500 \cdot 2) / 10^6 = 0,073$ т/рік.

3. Лужний реагент (NaOH для коригування рН)

Для забезпечення оптимального рН середовища $(6,5-8,5)$ приймається дозування NaOH $(40 - 80)$ мг/дм³.

Мінімальна витрата реагенту становить $(36\,500 \cdot 40) / 10^6 = 1,46$ т/рік.

Максимальна витрата реагенту становить $(36\,500 \cdot 80) / 10^6 = 2,92$ т/рік.

2.3 Заходи щодо охорони поверхневих і підземних вод

Відповідно до наказу Про затвердження Правил охорони підземних вод, заходи щодо охорони поверхневих і підземних вод на підприємстві, що виробляє біопрепарати (крім очищення води), включають: створення герметичних систем водокористування замкненого циклу; здійснення заходів щодо попередження витоків стічних вод і забруднюючих речовин із фільтруючих накопичувачів, відстійників та каналізаційних систем; дотримання нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах; екологічну експертизу проектів будівництва та видачу дозволів на спеціальне водокористування; впровадження технологічних процесів, що зменшують обсяги скидів забруднень [40].

Герметизація та інженерний захист. Підприємства повинні забезпечити абсолютну герметичність усіх технологічних середовищ до внесення та під час вирощування цільового мікроорганізму. Це включає облаштування герметичних накопичувачів, фільтруючих накопичувачів, відстійників та хвостосховищ, які захищені від проникнення забруднюючих речовин у ґрунти та підземні водоносні горизонти. Витоки стічних вод і токсичних відходів з цих споруд повинні бути повністю попереджені [40].

Моніторинг та спостереження. Відповідно до статті 105 Водного кодексу, підприємства, установи та організації, чия діяльність потенційно може спричиняти негативний вплив на підземні води, зокрема ті, що використовують накопичувачі промислових, побутових або сільськогосподарських стічних вод чи відходів, зобов'язані впроваджувати заходи для запобігання їх забрудненню. Крім того, вони повинні створювати локальні мережі спостережних свердловин для постійного моніторингу якісного стану підземних вод [41].

Організаційна заходи. Організація зберігання відходів здійснюється з урахуванням екологічних вимог: використання майданчиків із твердим покриттям, що унеможлиблює інфільтрацію небезпечних речовин у ґрунт і ґрунтові води, захист відходів від атмосферних опадів та вітрового переносу, а також застосування справних і герметичних ємностей, придатних для безпечного транспортування. Додатково забороняється будь-яке скидання відходів у водні об'єкти, а також миття техніки безпосередньо на території майданчика. Для підтримання належного санітарного стану передбачається регулярне прибирання робочих зон і прилеглих територій від сміття. Важливим є запобігання витокам із водопровідних мереж шляхом постійного контролю їх технічного стану та своєчасного ремонту. Технологічне обладнання утримується у справному стані та регулярно обслуговується. Окремо встановлюється заборона миття автотранспорту на території промислового майданчика [42]. На рис. 2.3 наведена узагальнена сформована схема заходів захисту поверхневих і підземних вод.



Рис. 2.3 - Узагальнена схема заходів захисту поверхневих і підземних вод.

2.4 Моніторинг та контроль впливу стічних вод на довкілля

З метою забезпечення систематичного збору, накопичення, оброблення, збереження та аналізу інформації щодо стану навколишнього природного середовища в Україні функціонує державна система моніторингу довкілля. Моніторинг навколишнього природного середовища на підприємствах являє собою комплекс заходів, що здійснюються власниками за власні кошти з метою контролю за дотриманням вимог природоохоронного законодавства та оцінки ефективності екологічної діяльності підприємства. Ця система передбачає збір і фіксацію результатів спостережень, а також підготовку та подання звітності про отримані дані до природоохоронних органів і громадськості [43].

Моніторинг атмосферного повітря. Основною метою моніторингу атмосферного повітря є оцінка його якісного стану, виявлення можливих негативних змін, спричинених викидами забруднюючих речовин, а також прогнозування їхнього впливу на здоров'я населення та екосистеми. Система виробничого моніторингу атмосферного повітря повинна передбачати контроль параметрів викидів безпосередньо на джерелах їх утворення, а також спостереження за фактичними концентраціями забруднюючих речовин на межі санітарно-захисної зони та прилеглої житлової забудови.

Основою контролю є визначення кількісних показників викидів від стаціонарних джерел та їх порівняння із затвердженими нормативами граничнодопустимих викидів (ГДВ). Основними завданнями виробничого екологічного контролю є:

- забезпечення виконання природоохоронних заходів, спрямованих на досягнення нормативів ГДВ;
- реалізація вимог контролюючих органів, викладених у приписах, актах перевірок та інших офіційних документах;
- дотримання вимог чинних нормативно-технічних документів, які регламентують порядок контролю викидів забруднюючих речовин;

- своєчасне виконання заходів щодо зниження викидів у періоди несприятливих метеорологічних умов та під час виникнення аварійних ситуацій.

Для запобігання перевищенню нормативних показників необхідно проводити систематичний контроль обсягів та складу забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря, із веденням відповідної облікової документації. Періодичність інструментального контролю рекомендовано встановити не рідше одного разу на рік. Визначення місць відбору проб та проведення вимірювань організованих промислових викидів повинно здійснюватися відповідно до вимог КНД 211.2.3.063-98 «Метрологічне забезпечення. Відбір проб промислових викидів» [44].

Моніторинг у сфері управління відходами. Моніторинг поводження з відходами спрямований на оцінку та прогнозування їхнього впливу на навколишнє природне середовище, своєчасне виявлення можливих негативних наслідків та впровадження заходів щодо їх попередження або мінімізації. Контроль за місцями накопичення та тимчасового зберігання змішаних побутових відходів повинен здійснюватися відповідно до вимог чинного природоохоронного законодавства, зокрема положень Закону України «Про управління відходами».

До принципів екологічно безпечного поводження з відходами належать:

- ведення безперервного обліку утворення, накопичення, передачі та видалення відходів;
- забезпечення належного рівня виробничої дисципліни під час організації місць тимчасового зберігання відходів;
- здійснення контролю за діяльністю суб'єктів господарювання, яким передаються відходи для подальшого оброблення, утилізації чи видалення;
- регулярний нагляд за власними місцями утворення та накопичення відходів.

Моніторинг водного середовища. Проведення моніторингу підземних і поверхневих вод на території складського комплексу не передбачається у зв'язку з відсутністю потенційних шляхів надходження забруднюючих речовин до водного середовища. Засоби захисту рослин та мінеральні добрива повинні зберігатися

виключно в закритому спеціалізованому приміщенні, що унеможлиблює їх контакт з атмосферними опадами та поверхневим стоком. Конструкція складських приміщень передбачає наявність бетонного покриття підлоги з високими гідроізоляційними властивостями, яке запобігає проникненню речовин у ґрунт та підземні водоносні горизонти.

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ

Основними нормативними актами є Конституція (ст. 43 гарантовано право на безпечні умови праці), Кодекс законів про працю (гл. XI КЗпП) та Закон України «Про охорону праці» (№2694-XII), які встановлюють загальні принципи безпеки. Ці закони зобов'язують роботодавця створювати безпечні умови праці (в т.ч. навчати працівників, забезпечувати засоби захисту) та передбачають права працівників.

У науково-дослідницьких лабораторіях підприємства потенційно присутні наступні категорії небезпек:

1. Хімічні - контакт з токсичними, агресивними, легкозаймистими та канцерогенними речовинами (реактиви, розчинники, реакційні суміші). Ймовірність нещасного випадку середня, але тяжкість може бути великою (отруєння, опіки, вибухи при невідповідній реакції).

2. Фізичні – шум обладнання, незахищене ультрафіолетове опромінення (наприклад, лампи), підвищена температура, ризик механічних травм (від центрифуг, розбиття скла, падіння предметів), удар високим тиском (біореактори) тощо. Умови часто в межах норми, ймовірність інцидентів середня, тяжкість середня [45].

3. Біологічні – робота з живими культурами, мікроорганізмами (бактерії, грибки), насінинами, клітинами рослин чи тварин, патогенними агентами (віруси, токсини) тощо. Біологічні фактори становлять найбільшу загрозу: до 60% професійних захворювань у біохімічних лабораторіях спричиняють саме біоагенти. Ймовірність контактного або аерозольного зараження часто висока, а тяжкість наслідків (інфекції, алергії) – суттєва [46]. У таблиці 3.1 наведено норми та заходи охорони праці на підприємстві.

Таблиця 3.1 - Норми та заходи охорони праці на підприємстві

Норми	Небезпека	Заходи
НПАОП 73.1-1.11-12 (2012) «Правила охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях»	Хімічні речовини	Провітрювати лабораторію, ЗІЗ (рукавички, окуляри)
ДСанПіН 9.9.5-153-2008 «Організація роботи лабораторій при дослідженні матеріалу, що містить біологічні патогенні агенти I - IV груп патогенності молекулярно-генетичними методами»	Біоагенти	Захисні халати, рукавички, маски, автоклавування відходів
ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування» (ISO 45001:2018, IDT)	Загальна	Впровадження системи управління ОП, постійний моніторинг
Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні (Наказ МВС України № 1417 від 30.12.2014)	Пожежа	Встановлення вогнегасників, план евакуації, інструктаж персоналу

Повітря робочої зони. Вентиляція. Повітря робочої зони - це повітря в просторі, де перебувають працівники під час виконання роботи. Його якість напряму впливає на здоров'я та працездатність людини. У процесі виробництва в повітря можуть потрапляти пил, гази, пари та інші шкідливі речовини, тому важливо підтримувати його чистоту. Для цього використовують вентиляцію - систему, яка забезпечує обмін повітря. Вона видаляє забруднене повітря та подає свіже. Вентиляція може бути природною (через вікна, щілини, провітрювання) або механічною (за допомогою вентиляторів і систем повітрообміну). Вона також буває загальнообмінною (очищує все приміщення) і місцевою (видаляє шкідливі речовини прямо біля джерела їх утворення). Головна мета вентиляції - підтримувати безпечний мікроклімат і нормальний склад повітря [47].

Вібрація та шум. Вібрація - це механічні коливання, які передаються на тіло людини або обладнання під час роботи машин і механізмів. Тривалий вплив вібрації може негативно впливати на нервову систему, кровообіг і опорно-руховий апарат, викликаючи втому та професійні захворювання. Шум - це небажані звукові коливання, які перевищують комфортний або допустимий рівень і заважають роботі та відпочинку. Постійний шум може знижувати увагу, працездатність і навіть погіршувати слух. Тому на виробництві застосовують засоби захисту: шумоізоляцію, віброгасіння, правильне розташування обладнання та використання індивідуальних засобів захисту.

Освітлення виробничих приміщень - це система забезпечення робочих місць достатньою кількістю світла для безпечної та ефективної праці. Воно може бути природним (сонячне світло через вікна) та штучним (лампи, світильники). Освітлення на підприємствах повинно створювати такі умови, за яких працівник може без напруження зору виконувати свої завдання. Головним завданням є забезпечення комфортного зорового середовища, де деталі об'єктів добре розрізняються навіть при складних умовах роботи. Чим менші елементи потрібно розпізнавати і чим слабший контраст між фоном та об'єктом, тим більш якісним і інтенсивним має бути освітлення. Важливим принципом є рівномірний розподіл світла у приміщенні. Освітлення повинно охоплювати не тільки робочу поверхню, але й навколишній простір, щоб уникати різких перепадів яскравості. Якщо в полі зору виникають занадто світлі або темні ділянки, це створює дискомфорт і швидко призводить до зорової втоми. Окрему увагу приділяють відсутності різких тіней на робочих поверхнях. Їх поява порушує рівномірність освітлення і ускладнює сприйняття деталей, що негативно впливає на швидкість і якість виконання роботи. Також неприпустимою є поява сліпучого світла або відблисків у полі зору працівника. Пряме або відбите яскраве світло може тимчасово засліплювати, що створює ризик помилок і травм. Освітленість повинна бути стабільною в часі. Коливання яскравості, які виникають через нестабільну роботу джерел світла або перепади напруги, негативно впливають на зір і загальний комфорт роботи. Не менш важливим є правильний спектральний склад світла.

Штучні джерела повинні максимально наближатися до природного денного світла, щоб забезпечувати точне відтворення кольорів і не спотворювати сприйняття об'єктів.

Контроль природного освітлення здійснюється за допомогою коефіцієнта природної освітленості (КПО), який дозволяє оцінити достатність денного світла у приміщенні. Його нормативні значення встановлюються будівельними нормами, зокрема ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».

У випадку бокового природного освітлення через вікна особливо важливо контролювати найменш освітлені ділянки робочої зони. Для цього розрахункова точка зазвичай розміщується на відстані приблизно одного метра від стіни, яка знаходиться найдалі від світлових прорізів, що дозволяє оцінити мінімальний рівень освітлення в глибині приміщення [48].

Пожежна безпека - це система організаційних і технічних заходів, які спрямовані на запобігання виникненню пожеж і захист людей, майна та будівель у разі надзвичайної ситуації. Запобігання утворенню горючого середовища базується на аналізі властивостей пожежонебезпечних речовин, які використовуються у виробничих процесах, а також умов їх застосування. Основна ідея таких заходів полягає в тому, щоб не допустити виникнення середовища, здатного підтримувати горіння або вибух, як у приміщеннях, так і всередині обладнання. Важливим заходом є також ізоляція небезпечних речовин: їх зберігають у спеціально відокремлених камерах, відсіках або безпечних зонах. Подібний підхід застосовується і до обладнання, яке працює з пожежонебезпечними речовинами [49]. Контроль концентрації горючих газів, парів і пилу дозволяє своєчасно виявляти небезпечні рівні їх накопичення. У деяких випадках для зниження ризику вибуху застосовують спеціальні речовини - флегматизатори, які зменшують здатність сумішей до займання.

Окремо встановлюються вимоги до евакуаційних виходів та шляхів евакуації, які регламентуються будівельними нормами, зокрема ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».

План евакуації - це обов'язковий документ на більшості підприємств і в громадських будівлях, який показує, як саме люди повинні швидко та безпечно покинути приміщення у разі пожежі або іншої небезпечної ситуації. ІТІ «Біотехніка» НААН має розроблений план евакуації на випадок пожежі (рис. 3.1).



Рис. 3.1 - План евакуації на випадок пожежі

РОЗДІЛ 4

ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Цивільний захист - це система заходів, що здійснюються як у мирний час, так і в особливих умовах. Ці заходи спрямовані на охорону населення, територій, майна та довкілля від надзвичайних ситуацій, запобігання їх виникненню, усунення наслідків та надання допомоги постраждалим.

Планування цивільного захисту об'єкта являє собою процес створення комплексу документів, у яких визначаються наявні сили та засоби, а також порядок і черговість дій, спрямованих на забезпечення безпеки населення й виробничої діяльності. Окрім цього, такі документи враховують виконання завдань вищих органів, зокрема щодо допомоги іншим об'єктам і населеним пунктам.

На кожному об'єкті розробляються два основні плани: для умов мирного часу та для воєнного періоду. План цивільного захисту на воєнний час включає документи, що регламентують порядок переходу об'єкта від звичайного режиму роботи до воєнного, а також організацію заходів цивільного захисту на початковому етапі війни. План на мирний час визначає систему дій, спрямованих на попередження або зменшення наслідків можливих надзвичайних ситуацій, таких як великі аварії, катастрофи чи стихійні лиха. Також він передбачає організацію рятувальних та інших невідкладних робіт у разі їх виникнення [50].

Найбільш суттєвий вплив на довкілля у межах промислового майданчика може виникати переважно лише у разі аварійних та надзвичайних ситуацій. Водночас комплекс впроваджених технологічних, технічних та організаційних рішень забезпечує стабільну та безаварійну експлуатацію обладнання. Ймовірність виникнення аварійних ситуацій має випадковий характер, є локальною за масштабом і короткочасною за тривалістю та значною мірою мінімізується за рахунок суворого дотримання технологічного регламенту, належної організації виробничого контролю і систематичного технічного обслуговування обладнання.

Потенційно небезпечні ситуації можуть виникати внаслідок порушення технологічної дисципліни, відхилень від встановлених інструкцій під час експлуатації або виконання ремонтних робіт без дотримання вимог охорони праці. До основних технологічних процесів, що характеризуються підвищеним рівнем потенційної небезпеки, належать виробництво засобів захисту рослин, їх фасування, а також зберігання у складських приміщеннях.

Під час проведення аналізу небезпек враховуються фізико-хімічні властивості сировини та готової продукції, конструктивні особливості обладнання, параметри технологічних процесів приймання, зберігання, транспортування та видачі речовин, фактичний технічний стан обладнання і умови його експлуатації. Також враховують особливості розташування підприємства в межах населеного пункту з урахуванням щільності забудови, чисельності населення, наявності водних об'єктів і природних умов. Окремо враховуються технічні та організаційні можливості підприємства щодо запобігання розвитку аварійних ситуацій та їх локалізації.

Найбільшу потенційну небезпеку становить порушення герметичності технологічного обладнання. Причинами таких порушень можуть бути як внутрішні, так і зовнішні фактори. До внутрішніх належать перевантаження обладнання через помилки персоналу або несправність контрольно-вимірювальних приладів, а також корозійні процеси металоконструкцій і трубопроводів. Зовнішні чинники включають пожежі та вибухи поблизу обладнання, можливі терористичні дії, а також природні явища, зокрема землетруси.

Безпечна експлуатація технологічного обладнання забезпечується комплексом заходів, що включає професійну підготовку персоналу, систематичне навчання з охорони праці та пожежної безпеки, наявність експлуатаційної документації, а також регулярне технічне обслуговування і ремонт обладнання відповідно до встановлених регламентів. До роботи допускається лише кваліфікований персонал, який пройшов відповідне навчання, інструктажі та перевірку знань.

Виробничі процеси здійснюються згідно з технологічними регламентами з використанням автоматизованих систем керування, контролю, сигналізації та захисту, що забезпечують підтримання безпечних параметрів роботи обладнання. Передбачено технічні рішення, спрямовані на запобігання виходу параметрів за допустимі межі, включаючи автоматичне відключення обладнання у разі аварійних відхилень.

Система управління безпекою передбачає постійний контроль за станом обладнання, регулярні огляди критичних елементів (зварних з'єднань, фланців, арматури, засобів автоматики), а також своєчасне виявлення і усунення потенційно небезпечних дефектів. Важливу роль відіграє також організація оповіщення персоналу та взаємодія з аварійно-рятувальними службами [51].

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРИРОДООХОРОННОГО ЗАХОДУ

У даному розділі проведена економічна оцінка запропонованого природоохоронного заходу, що полягає у впровадженні локальної системи очищення технологічних стічних вод на ІТІ «Біотехніка» НААН України.

Розрахунки було здійснено на основі методики щодо оцінки економічної ефективності природоохоронних заходів [52].

Капітальні витрати на впровадження очисних споруд

Капітальні витрати на впровадження локальної системи очищення стічних вод на підприємстві включають вартість основного технологічного обладнання, допоміжних інженерних систем, будівельно-монтажних робіт, а також витрати на проектування і пусканалагоджувальні роботи. Запропонована технологічна схема очищення передбачає послідовне застосування механічного очищення, усереднення стоків, реагентної обробки (коагуляції та флокуляції), відстоювання, фільтрування та подальшого використання очищеної води в системі оборотного водопостачання. Такий підхід забезпечує стабільну якість очищеної води та дозволяє зменшити обсяг водоспоживання підприємства. Кошторис капітальних витрат наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Кошторис капітальних витрат

№ з/п	Стаття витрат	Сума, тис. грн
1	Механізовані решітки (2–5 мм)	50
2	Усереднювач з аерацією ($V=50-80 \text{ м}^3$)	120
3	Камера змішування з дозуванням коагулянту	80
4	Напірний піщаний фільтр	90
5	Насосна станція оборотного водопостачання	90
6	Реагентне господарство	90
7	Трубопроводи, КВПіА	52
8	Будівельно-монтажні роботи	70
Разом:		642

Капітальні витрати на впровадження локальної системи очищення стічних вод на підприємстві визначаються на основі укрупнених кошторисних розрахунків із використанням орієнтовних середньоринкових цін на обладнання, будівельно-монтажні роботи та інженерні системи. Оскільки реалізація подібних проєктів залежить від конкретного виробника обладнання, комплектації системи та умов монтажу, у розрахунках прийнято усереднені значення вартості, характерні для очисних споруд фізико-хімічного типу малої та середньої продуктивності. Вартість обладнання прийнята за середніми ринковими цінами станом на період виконання роботи з урахуванням аналогічних проєктів очищення стічних вод для підприємств невеликої потужності.

Поточні (експлуатаційні) витрати на обслуговування очисних споруд
Поточні (експлуатаційні) витрати на утримання локальної системи очищення стічних вод на підприємстві формуються в процесі її щорічної експлуатації та включають витрати на реагенти, електроенергію, технічне обслуговування обладнання, заробітну плату обслуговуючого персоналу, а також витрати на лабораторний контроль якості очищених та вихідних стічних вод. Орієнтовні річні витрати на обслуговування очисних споруд наведено в табл. 5.2

Таблиця 5.2 – Орієнтовні річні витрати на обслуговування очисних споруд

Стаття витрат	Норма витрат	Ціна за одиницю, грн	Сума на рік, тис. грн
Сульфат алюмінію $Al_2(SO_4)_3$	2,19 т/рік	10 000 грн/т	21,9
Поліакриламід (ПАМ)	0,0365 т/рік	80 000 грн/т	2,9
NaOH (корекція pH)	1,46 т/рік	12 000 грн/т	17,5
Електроенергія (насоси, мішалки, фільтри)	0,8 кВт·год/м ³	6,5 грн/кВт·год	189,8
Промивання фільтрів (вода + енергія)	0,05 м ³ /м ³ стоків	25 грн/м ³	45,6
Утилізація осаду	18 т/рік	1 000 грн/т	18
Заробітна плата працівника (з нарахуваннями)	1 шт.	10 000 × 12	120
ТО та ремонт обладнання	3% від КВ	—	84,0
Разом:			499,7

Очікувана економічна вигода. Економічний ефект від реалізації запропонованих природоохоронних заходів формується за рахунок декількох складових.

1. Зменшення платежів за спеціальне водокористування при скиді стічних вод.

Економічний ефект від впровадження запропонованих заходів формується за рахунок зменшення плати за спеціальне водокористування при відведенні стічних вод у централізовану каналізаційну систему. У разі перевищення встановлених нормативів якості стічних вод застосовується підвищувальний коефіцієнт у розмірі п'ятикратної базової ставки.

При річному обсязі скиду 36500 м³ витрати становлять:

До впровадження заходу:

$$E_1 = (36500 \cdot 12,5 \cdot 5) / 1000 = 2\,281,2 \text{ тис. грн/рік.} \quad (4)$$

Після впровадження заходу:

$$E_1(\text{після}) = (36500 \cdot 2,5) / 1000 = 91,2 \text{ тис. грн/рік.} \quad (5)$$

Отже, економія за цією складовою становить:

$$\Delta E_1 = 2190,0 \text{ тис. грн/рік} \quad (6)$$

Ставка рентної плати за спеціальне водокористування становить 39.90 грн за 100 м³, отже 0,3990 за 1м³ (район басейну річки Дністер) [53].

Економія від поторного використання води становить:

$$E = 36500 \cdot 0,3990 = 14564 \text{ грн/рік.}$$

Сумарна середня річна вигода становить: 91200 + 14564 = 105764 тис грн/рік.

Термін окупності

Простий термін окупності $T_{\text{окуп}}$ розраховується за формулою:

$$T_{\text{окуп}} = K / (E_{\text{рік}} - C_{\text{рік}}) \quad (7)$$

$$T_{\text{окуп}} = 642000 / (105764 - 499,7) = 642000 / 105264 \approx 6,1 \text{ років.}$$

За капітальних витрат у розмірі 642 тис. грн простий термін окупності проекту складає приблизно 6,1 року. Отримане значення свідчить про економічну ефективність запропонованих заходів та підтверджує доцільність їх впровадження як з фінансової, так і з екологічної точки зору. Реалізація проекту сприятиме зменшенню антропогенного навантаження на водні об'єкти, підвищенню рівня екологічної безпеки підприємства та забезпеченню раціонального використання водних ресурсів.

ВИСНОВКИ

1. Охарактеризовано ІТІ «Біотехніка» НААН України, яке спеціалізується на розробленні біологічних засобів захисту рослин, мікробіологічних препаратів та обладнання для їх виробництва. Підприємство має 4 науково-дослідні відділи, штат близько 250 працівників та територію площею 8 га. Основними напрямками діяльності є промислова ентомологія, мікробіологія, автоматизація біотехнологічних процесів і впровадження технологій біологізації землеробства.

2. Описано технологічні процеси на виробництві, серед яких масове розведення ентомофагів, культивування мікроорганізмів у біореакторах і виробництво бактеріальних препаратів. Підприємство також виготовляє спеціалізоване технологічне обладнання для ферментації, культивування та виробництва біопрепаратів.

3. Проведено аналіз навколишнього середовища прилеглих ділянок. Гідрографічна мережа представлена річкою Дальник (довжина 18 км) та штучним ставком поблизу підприємства. Водні об'єкти характеризуються ознаками антропогенного забруднення та евтрофікації. Геологічна будова відповідає Причорноморській низовині. Ґрунтовий покрив представлений переважно чорноземами південними мало гумусними. Рослинний і тваринний світ має виражений антропогенний характер із переважанням синантропних і культурних видів, а природні степові екосистеми збережені частково та фрагментарно.

4. Охарактеризована вплив на довкілля діяльності підприємства, що формується за рахунок роботи котельні, біореакторів, дизель-генератора та вентиляційних систем із сумарними орієнтовними викидами близько 45 т/рік. Основними забруднюючими речовинами є CO_2 , SO_2 , NO_x , органічні сполуки, а також пил, зола та біоаерозолі. У водне середовище підприємство здійснює скид стічних вод орієнтовно в обсязі 36 500 м³/рік. Наявні очисні споруди мають знос близько 85% і працюють з перевантаженням. Щорічне водоспоживання на

господарсько-питні потреби становить 1568,75 м³. Утворення відходів орієнтовно оцінено в 120 т/рік, серед яких є як небезпечні (хімічні та біологічні), так і не небезпечні відходи. Загалом вплив підприємства оцінюється як помірний, з основними навантаженнями на водні ресурси та утворенням органічно насичених стічних вод і відходів.

5. Охарактеризовано якісний склад стічних вод підприємства. Основне забруднення представлено органічними речовинами (БСК₅ - 12,7 т/рік), сполуками азоту (1,8 т/рік) та фосфору (0,45 т/рік), а також залишками поживних середовищ, мийних засобів і біологічно активних речовин.

6. Запропонована фізико-хімічна схема очищення стоків, яка включає наступні технологічні процеси: механічне очищення, коагуляція, флокуляція, відстоювання, фільтрація та знезараження. Її впровадження дозволить досягати зниження завислих речовин до (85 – 92)% та органічного навантаження до (50 – 70) %, а також забезпечить можливість оборотного водопостачання зі скороченням споживання свіжої води на (60 – 80)%. Для процесу очищення розраховано річну витрату реагентів: коагулянт – (2,19 – 4,38) т/рік, флокулянт – (0,0365–0,073) т/рік, NaOH – (1,46 – 2,92) т/рік.

7. Описано систему моніторингу та контролю впливу забруднюючих речовин на довкілля. Моніторинг атмосферного повітря передбачає контроль викидів від стаціонарних джерел із періодичністю не рідше одного разу на рік та їх порівняння з нормативами гранично допустимих викидів. У сфері поводження з відходами рекомендовано здійснювати постійний облік утворення, зберігання та передачі відходів, а також контроль за дотриманням вимог Закону України «Про управління відходами». Моніторинг водного середовища на підприємстві не є обов'язковим через відсутність прямого впливу складських підрозділів на поверхневі та підземні води, за умови герметичного зберігання матеріалів і наявності гідроізоляції виробничих приміщень.

8. Проаналізовано нормативно-правову базу, що регулює безпечні умови праці на підприємстві, та охарактеризовано основні виробничі небезпеки в його лабораторіях. Розглянуто хімічні, фізичні та біологічні фактори ризику, а також

основні заходи їхнього запобігання. Описано вимоги до вентиляції, освітлення, захисту від шуму і вібрації, пожежної безпеки та організації робочого середовища. Також наведено заходи щодо забезпечення безпеки праці та використання системи управління охороною праці.

9. Проаналізовано потенційні джерела виникнення надзвичайних ситуацій на території підприємства. Найбільш небезпечними є аварійні ситуації, пов'язані з порушенням герметичності обладнання, відхиленнями від технологічних режимів та помилками персоналу. Визначено фактори, що впливають на рівень ризику, включаючи фізико-хімічні властивості речовин, стан обладнання та особливості розташування підприємства.

10. Виконано економічну оцінку впровадження локальної системи очищення технологічних стічних вод на підприємстві. Розраховано капітальні витрати на реалізацію проєкту, які становлять 642 тис. грн, а також визначено річні експлуатаційні витрати, що включають витрати на реагенти, електроенергію, обслуговування обладнання, оплату праці та інші складові. Оцінено економічний ефект від впровадження очисної системи, який формується за рахунок зменшення платежів за спеціальне водокористування та повторного використання очищеної води. Загальний річний економічний ефект становить близько 105,8 тис. грн. Встановлено, що простий термін окупності проєкту складає приблизно 6,1 року.

11. Запропонована технологія є ефективною та дозволить суттєво скоротити споживання свіжої води, зменшити обсяги скидання стічних вод у навколишнє середовище та підвищити ресурсну ефективність виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ІТІ «Біотехніка» НААН: офіційний сайт. URL: <https://biotekhnika.od.ua/uk/diialnist/napriamy> (дата звернення 21.02.26)
2. Демедюк А.О. Звіт з переддипломної практики, що проходила в період з 01.02.2026 р. по 21.02.2026 р. на ІТІ «Біотехніка» НААН: рукопис. Одеса, ОНТУ, 2026. 45 с.
3. Ярошевський В. П. Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН: історія та сучасність. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи : матеріали наук.-практ. конф., Хлібодарське, 24–25 верес. 2025 р. – Хлібодарське, 2025.
4. Організаційна структура. ІТІ «Біотехніка» НААН України: офіційний сайт. URL: <https://biotekhnika.od.ua/uk/pro-instytut/struktura> (дата звернення 21.01.26)
- 5 Системи виробництва і застосування засобів біологізації землеробства: монографія. Ч. 1. Київ: Аграрна наука, 2022. 284 с. [The Systems of Agriculture Biologization Agents Manufacturing and Using : monograph. Part 1. Kyiv: Agrarna nauka, 2022. 284 p.] ISBN 978-966-540-558-0.
6. ІТІ «Біотехніка» НААН: офіційний сайт. Продукція. URL: <https://biotekhnika.od.ua/uk/produksiia/entomolohichni-preparaty> (дата звернення 21.01.26)
7. Ходорчук В. Я., Беспалов І. М., Іванов С. Технологічний комплекс для промислового виробництва золотоочки звичайної – агента біологічного захисту рослин. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 4–5 жовт. 2022 р.). Одеса, 2022. С. 20–22.
8. Брадовська Н. П., Брадовський В. А. Технологія масового розведення агентів біологічного контролю шкідників сільськогосподарських культур. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи : матеріали міжнар. наук. конф. (Одеса, 4–5 жовт. 2022 р.) Інформаційний бюлетень ІТІ «Біотехніка»

НААН. 2022. № 1. С. 35–37.

9. Пиляк Н. В., Гук А. М., Беспалов І. М. Виробництво посівної культури мікробіопрепарату бактороденцид в автономних ферментерах. Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи: матеріали ІІ міжнар. наук. конф.(24-25 вересня 2025 р.) Інформаційний бюлетень ІТІ «Біотехніка» НААН. Одеса, 2025. № 2. С.31-33.

10. Енциклопедія Сучасної України. Одеська область/ гол. редкол. І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк; НАН України, НТШ. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України. URL: <https://esu.com.ua/article-75193> (дата звернення: 15.03.2026).

11. Екологічний паспорт Одеської області за 2025 рік. URL: [ekologichnyi-pasport-odeskoyi-oblasti-za-2024-rik.pdf](https://esu.com.ua/article-75193) (дата звернення: 16.03.2026).

12. Гідрологічне районування України. Карта. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/zoning-7.php> (дата звернення: 16.03.2026).

13. Водні ресурси / Овідіопольське управління водного господарства. URL: https://web.archive.org/web/20120424225530/http://www.ouvg.com.ua/water_resource_s.html (дата звернення: 20.03.2026).

14. Щербина С. В Одеській області річка набула неприродного відтінку [Електронний ресурс]. Південь сьогодні. 2024. 6 берез. URL: <https://yug.today/v-odeskij-oblasti-richka-nabula-neprirodnoho-vidtinku/> (дата звернення: 10.04.2026)

15. Карта ґрунтів Одеської області. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/obl-15.php> (дата звернення: 10.04.2026)

16. Звіт про стратегічну екологічну оцінку Регіонального плану управління відходами в Одеській області на період до 2030 року. Одеса, 2023. 153 с. URL: [zvit-pro-staretegichno-ekologichnu-oczinku-regionalnogo-planu-upravlinnya-vidhodamy-v-odeskij-oblasti-do-2030-roku_compressed.pdf](https://esu.com.ua/article-75193) (дата звернення: 12.04.2026)

17. United States Environmental Protection Agency. *An introduction to ocean and coastal acidification* [Електронний ресурс]. URL: <https://www.epa.gov/ocean->

15.04.2026).

18. United States Environmental Protection Agency. *What is Acid Rain?* [Електронний ресурс]. URL: <https://www.epa.gov/acidrain/what-acid-rain> (дата звернення: 15.04.2026).

19. Brito D. Q., Santos L. H. G., Passos C. J. S., Oliveira-Filho E. C. Short-Term Effects of Wildfire Ash on Water Quality Parameters: A Laboratory Approach. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2021. Vol. 107. P. 500-505.

20. The Impact of Accidental Ethanol Releases on the Environment: report. Renewable Fuels Association. Washington, D.C., 2015. 16 p. URL: <https://ethanolrfa.org/file/371/The-Impact-of-Accidental-Ethanol-Releases-on-the-Environment.pdf> (дата звернення: 14.04.2026).

21. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. Київ : Мінрегіон України, 2013. 113 с. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3200385397578270089?doc_type=2

22. Про затвердження Порядку класифікації відходів та Національного переліку відходів : постанова Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2023 р. № 1102. База даних «Законодавство України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1102-2023-п> (дата звернення: 14.04.2026).

23. УтільВторПром. Лабораторні хімічні відходи [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.utilvtorprom.com/uk/news/laboratorn-hmchn-vdhodi/> (дата звернення: 16.04.2026).

24. Екологічні основи управління водними ресурсами : навч. посіб. / А.І. Томільцева, А.В. Яцик, В.Б. Мокін та ін. – К. : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. – 200 с. ISBN 978-617-7640-00-3

25. Терещенко О. М., Бассак А. О. Очищення води від сполук амонійного азоту. Матеріали XXI Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. С.122-124. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/5c5727aa-7ccc-411e-abb7-6de45c7502c5/content> (дата звернення: 20.04.2026).

26. Самарська А. В. Аналіз проблеми забруднення водойм біогенними елементами унаслідок скидання господарсько-побутових стічних вод. Матеріали науково-практичної конференції «Ґрунтові води»: до Всесвітнього дня води. Дніпро: ДДАЕУ, 2022. 52 с. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/server/api/core/bitstreams/52157c9b-e40f-4c05-90dc-f9933a97e590/content#page=12> (дата звернення: 25.04.2026).

27. Вовк О. О., Бойченко С. В., Шаманський С. Й., Бойченко М. С., Гладишева В. О. Перспективи мікробіологічного способу очищення стічних вод від біорезистентної фармацевтичної продукції. Наукоємні технології. 2018. № 1(37). С. 87–95.

28. Méndez E, González-Fuentes MA, Rebollar-Perez G, Méndez-Albores A, Torres E. Emerging pollutant treatments in wastewater: Cases of antibiotics and hormones. J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng. 2017, Feb 23; 52(3):235-253.

29. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія очистки промислових стічних вод» для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.060103 – Гідротехніка (Водні ресурси), фахове спрямування «Раціональне використання і охорона водних ресурсів» /Т. С. Айрапетян; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 73 с.

30. Шапоринська Н.М., Радько В.І. Управління раціональним використанням водних ресурсів в Україні. *Сучасні технології та досягнення інженерних наук в галузі гідротехнічного будівництва та водної інженерії*: збірник наукових праць. 6-й випуск. – Кропивницький - Херсон: ХДАЕУ, 2024. С. 142-146.

31. Мороз В. В. Управління стічними водами як економічним активом. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Публічне управління та адміністрування*, 2024. Т. 35 (74), № 6. С. 149-155.

32. Ковальчук В. А. Механічна очистка в умовах зростання концентрацій забруднень міських стічних вод. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/38154/1/30-33.Pdf> (дата звернення 01.05.2026).

33. Шадура В.О., Кравченко Н.В. Водопостачання і водовідведення: навчальний посібник.- Рівне: НУВГП, 2018. 343 с.

34. Волошин М. Д., Іванченко А. В. Реагентне очищення стічних вод від фосфатів хлоридами алюмінію, заліза та кальцію. 2009. С. 25–28. URL: <https://udhtu.edu.ua/public/userfiles/file/VHNT/2009/1/Voloshin.pdf> (дата звернення: 02.05.2026).

35. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисциплін «Очистка побутових стічних вод» та «Споруди та обладнання водовідведення» (Модуль 2. Очистка стічних вод) (для студентів 4 курсу денної і 5 курсу заочної форм навчання напрямів підготовки 6.060101 «Будівництво» (спеціальність «Водопостачання та водовідведення») та 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)»)/ Т. С. Айрапетян; Харк. нац. ун–т міськ. госп–ва ім. О. М. Бекетова. – Х.: ХНУМГ, 2014. – 121 с.

36. Шкоп А., Кулініч С., Шестопапов О., Босюк А., Пономарьова Н. Дослідження методів очищення стічних вод виробництва сантехнічних виробів. *Науковий вісник будівництва*. 2025. № 112. С. 395 - 402. URL: <https://svc.kname.edu.ua/index.php/svc/en/article/view/1904> (дата звернення: 10.05.2026).

37. Coagulation and flocculation water treatment. Water & Wastewater. URL: <https://www.waterandwastewater.com/coagulation-flocculation-water-treatment/> (дата звернення: 14.05.2026).

38. Gautam Sen, Ranvijay Kumar, S. Ghosh, Sagar Pal, A novel polymeric flocculant based on polyacrylamide grafted carboxymethylstarch, Carbohydrate Polymers, Volume 77, Issue 4, 2009, Pages 822-831,

39. Андронов В. А., Макаров Є. О., Данченко Ю. М., Обіженко Т. М. Колоїдно-хімічні аспекти реагентної очистки стічних вод молокозаводів. Міжнародна науково-практична конференція. С.236. URL:

https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/9273/1/_PES2021_final.pdf#page=237

(дата звернення: 16.05.2026).

40. Про затвердження Правил охорони підземних вод : наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 11.05.2023 № 325. База даних «Законодавство України». Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1093-23> (дата звернення: 17.05.2026).

41. Водний кодекс України : Кодекс України; Закон, Кодекс від 06.06.1995 № 213/95-ВР (зі змінами та доповненнями) : ст. 105 «Охорона підземних вод» База даних «Законодавство України». Верховна Рада України. URL: https://protocol.ua/ua/vodniy_kodeks_ukraini_statnya_105/ (дата звернення: 17.06.2026).

42. Хижнякова, Н. О., Чабаненко, В. Т., & Карпенко, О. О. Екологічне управління в сфері поводження з непридатними та забороненими до використання хімічними засобами захисту рослин. *Економ. інновації. 2011. Вип, 44*, 315-327.

43. Варламов Є. М. Моніторинг на підприємствах, що мають вплив на стан навколишнього природного середовища. *Збірник матеріалів II-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю*. Харків : Інтернет-спільнота «Промислова екологія», 2015. URL: http://eco.com.ua/sites/eco.com.ua/files/lib1/konf/2vze/zb_m/0030_zb_m_2VZE.pdf (дата звернення: 18.05.2026).

44. Слабишева М. Є. Правові аспекти моніторингу рівня забруднення атмосферного повітря. *Topical issues of modern science, society and education : Proceedings of the V International scientific and practical conference (November 28–30, 2021)*. Харків : SPC “Sci-conf.com.ua”, 2021.

45. McL. eod V. *Types of Hazards and Risks in a Laboratory* Vince McLeod. Lab Manager, 2024. URL: <https://www.labmanager.com/laboratory-types-of-hazards-and-risks-18238> (дата звернення: 20.05.2026).

46. Princeton University. Office of Environmental Health and Safety. *Risk Assessment*. Princeton University Biosafety Manual. URL:

<https://ehs.princeton.edu/laboratory-research/biological-safety/biosafety-manual/risk-assessment> (дата звернення: 22.05.2026).

47. Основи охорони праці : підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. - Харків : Стил-Издат, 2017. 334 с.

48. Пожарова О. В. Охорона праці : навчальний посібник. Одеса, 2022. 86 с.

49. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник. М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. 2ге вид. Д.: НГУ, 2014. 271 с.

50. Цивільний захист: навч. посібник / В. А. Смирнов, С. А. Дикань.— К.: Кафедра, 2013. – 300 с.

51. Цивільний захист: навчально-методичний комплекс для підготовки спеціалістів освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» в аграрних вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації для всіх напрямів підготовки за вимогами кредитно-модульної системи / М.М. Сакун, А.С. Окіпняк, В.Ф. Нагорнюк та ін.; за редакцією М.М. Сакуна та А.С. Окіпняка. – Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006», 2015. – 480 с.

52. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр спеціальностей 101 «Екологія» галузі знань 10 «Природничі науки» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» галузі знань 18 «Виробництво та технології» усіх форм навчання / Укладач: Лобоцька Л.Л. Одеса: ОНАХТ, 2018. – 26 с.

53. Фактор. Стаття 255. Рентна плата за спеціальне використання води [Електронний ресурс]. – URL: https://i.factor.ua/ukr/law-24/section-518/article-39676/?srsrtid=AfmBOorsnUm_Y6z-jfn2O7HjJBeJbHax2aANRqf9TpXmtT-HnovpHSdh (дата звернення: 28.05.2026).

54. Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів вищої освіти спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» галузі знань 18 «Виробництво та технології» денної та заочної форм навчання / уклад.: С. М. Бондар, О. Л. Гаркович, М. М. Мадані, Р. І. Шевченко, Т. В. Шпирко. Одеса : ОНТУ, 2024. 21 с.

